



Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser

En antologi

Busch, Henrik; Horst, Sebastian; Troelsen, Rie

Publication date:
2003

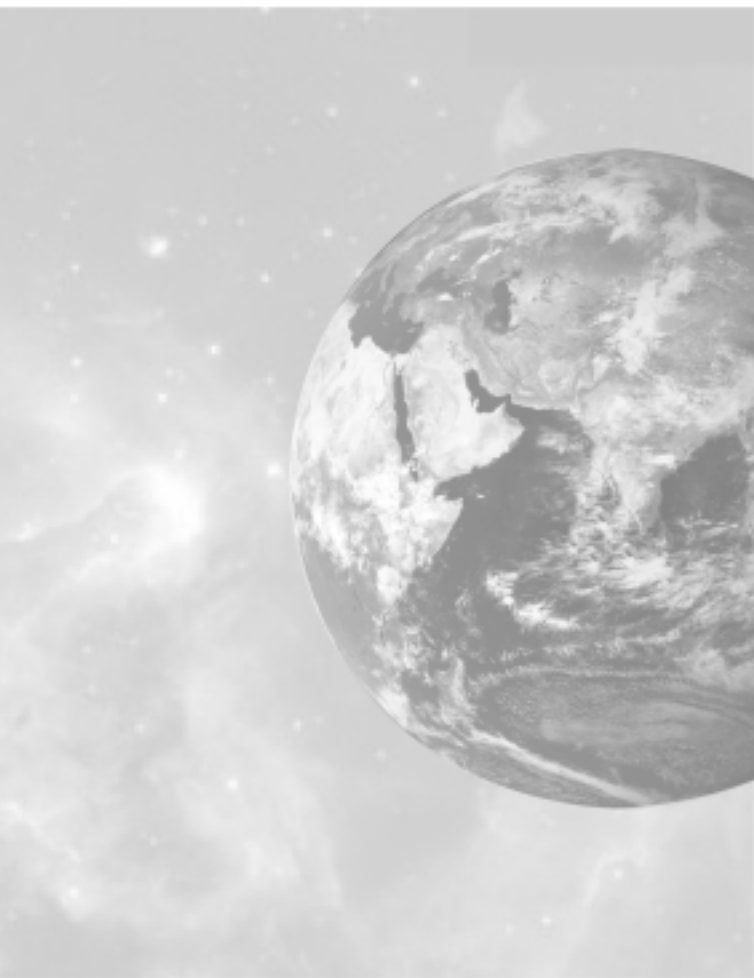
Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):

Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (red.) (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser: En antologi*. (1 udg.) Undervisningsministeriet. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie Nr. 8
<http://pub.uvm.dk/2003/naturfag2>

Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser

En antologi



Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser

En antologi

**Redaktion:
Henrik Busch,
Sebastian Horst
og Rie Troelsen**

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8 - 2003
Undervisningsministeriet 2003

Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser

En antologi

Publikationen indgår i Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie som nr. 8 - 2003
og under det tværgående tema *verdier og indhold*

Redaktion: Henrik Busch, Sebastian Horst og Rie Troelsen,
Forfattergruppen for *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*
Forfattere af artikler fremgår af de enkelte artikler og af bilag 2

Serieredaktion og produktion: Werner Hedegaard, DEL

Omslag: KPTO A/S

Omslagsfotos: NASA og Hubblesite.org

1. udgave, 1. oplag, august 2003: 5.300 stk.

ISBN 87-603-2311-6

ISBN (WWW) 87-603-2313-2

ISSN 1399-2279

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie (Online) ISSN 1399-7386

Internetadresse: pub.uvm.dk/2003/naturfag2

Udgivet af Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen

Bestilles (UVM 6-293) hos:

Undervisningsministeriets forlag

Strandgade 100 D

1401 København K

Tlf. nr. 3392 5220

Fax nr. 3392 5219

E-mail: forlag@uvm.dk

eller hos boghandlere

Grafisk tilrettelæggelse og repro: Malchow A/S, Ringsted



Trykt på Svanemærket papir med vegetabiliske farver.

Trykt af Malchow A/S, Ringsted som har licens til brug af Svanemærket

Printed in Denmark 2003

Der er anvendt nyt komma i hele publikationen, bortset fra citattekster

Undervisnings- ministeriets forord

En nærmest eksplosiv vidensproduktion og omfattende forandringer i kultur og samfund sætter vore uddannelser, fagene og fagligheden under pres og gør det mere end nogensinde påkrævet at forlade en traditionel pensumtænkning og anlægge nye vinkler på undervisningens mål og indhold og på evaluering- og prøveformer. Som led i denne proces har Uddannelsesstyrelsen nedsat og finansieret analyse- og arbejdsgrupper i udvalgte fag og fagområder. I oktober 2002 udgav Undervisningsministeriet rapporten fra den første af disse grupper, Kompetencer og Matematiklæring. I februar i år er rapporterne fra arbejdsgruppen om fremtidens danskfag udkommet, og rapporten fra arbejdsgruppen om fremtidens sprogfag udkom i april 2003.

I juni 2003 udkom *Fremtidens naturfaglige uddannelser* · *Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*, som er udarbejdet af den arbejdsgruppe som Uddannelsesstyrelsen nedsatte for Fremtidens Naturfaglige Uddannelser og fag. Gruppen, der har haft Nils O. Andersen, professor ved Københavns Universitet, som formand, fremlagde i den publikation sine anbefalinger for udvikling af undervisning og kompetenceudvikling i naturfagene på alle niveauer i uddannelsessystemet.

I nærværende publikation *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*, som er bind 2 af rapport fra arbejdsgruppen for Fremtidens Naturfaglige Uddannelser, behandler en række forfattere i artikler udvalgte problemstillinger inden for fagene og uddannelserne.

De enkelte artikler var i deres oprindelige form notater, som fungerede som interne redskaber for arbejdsgruppen, idet de belyste flere spørgsmål i arbejdsgruppens kommissorium og medvirkede til at etablere en fælles begrebsramme for gruppen. I foråret 2003 har de enkelte forfattere revideret artiklerne med henblik på udgivelse i antologien. Artiklerne med de udtrykte holdninger og konklusioner er udtryk for den enkelte

forfatters egne opfattelser og vurderinger. Visioner og anbefalinger fra den samlede arbejdsgruppen findes i rapportens 1. bind: *Fremtidens naturfaglige uddannelser · Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*.

I nogle artikler refererer den pågældende forfatter til grundskolens faghæfter og Klare Mål. Alle artikler er skrevet i 2002 og opdateret til brug i nærværende antologi i 1. halvår af 2003 - altså før de kommende nye faghæfter og Fælles Mål er kendt.

Uddannelsesstyrelsen vil gerne rette en stor tak til arbejdsgruppens medlemmer - og til forfatterne af de enkelte artikler i nærværende antologi - for gennemførelse af dette meget omfattende projekt der forventes at sætte et betydeligt præg på udviklingen i naturfagene og de naturfaglige uddannelser, men også bredere på den faglige tænkning i andre fagområder.

Det kan varmt anbefales at alle med interesse for undervisning i de forskellige naturfag og uddannelser på det naturfaglige område - og på andre fagområder - lader sig inspirere af de to publikationer. Det gælder ikke mindst lærere på alle niveauer, lærebogsforfattere og tilrettelæggere af efteruddannelse. Også Uddannelsesstyrelsen vil i arbejdet med fornyelse af såvel naturfagene som andre fag lægge vægt på at nyttiggøre de spændende ideer, vurderinger og perspektiver i arbejdsgruppens samlede rapport.

Der er adgang til samtlige materialer fra arbejdsgruppens oprindelige websted - og fra de tre øvrige arbejdsgruppers - via www.nyfaglighed.emu.dk.

Undervisningsministeriet har finansieret udarbejdelsen og udgivelsen af publikationen.

Jarl Damgaard
Uddannelsesdirektør
Undervisningsministeriet
Uddannelsesstyrelsen
Juli 2003

Indhold

Undervisningsministeriets forord	5
Indledning	15
Om antologien	16
Om de enkelte artikler	17
 1 Naturfagsdidaktisk Ouverture - Begreber og udviklingstendenser	23
<i>Af Henrik Busch og Rie Troelsen</i>	
1 Begrebsafklaring	24
1.1 Begrebskomplekset omkring "naturfaglige uddannelser"	24
1.2 Begrundelser & mål	33
2 Internationale udviklingstendenser på naturfagsområdet	43
2.1 Beyond 2000	43
2.2 Om Project 2061	47
2.3 STS-bevægelsen	51
2.4 Opsamling på Beyond 2000, Project 2061 og STS	53
3 Referencer	54
 2 En kompetencebeskrivelse af naturfagene ...	59
<i>Af Jens Dolin, Lars Brian Krogh og Rie Troelsen</i>	
1 Hvad er kompetencer?	60
1.1 International brug	60
1.2 Literacy	61
1.3 Kompetencebeskrivelser i Danmark	65
1.4 Kompetence i relation til kvalifikation, dannelse og kernefaglighed	68
1.5 Kompetencer som individuel eller social kategori?	70

1.6	Kompetencebegrebet som det anvendes i denne artikel	71
2	Kompetencer i et læringsteoretisk lys	74
2.1	Hvilke typer af læreprocesser aktualiseres af kompetencebegrebet?	75
2.2	Hvilke typer af kompetencer tilgodeses i relevante læringsteorier? .	78
2.3	Nogle pejlemærker for kompetenceorienterede læreprocesser	83
2.4	Om progression i arbejdet med kompetencer	86
2.5	Om evaluering af kompetencer	95
3	Naturfaglige kompetencer	98
3.1	Naturfagenes egenart	100
3.2	De enkelte naturfags kompetencer . . .	103
3.3	Hvad med indholdet?	110
4	Naturfaglige kompetencer i uddannelsessystemet - en syntese	112
4.1	Naturfaglige kompetencer på langs . . .	112
4.2	Eksemplificeringer og cases	116
5	Konsekvenser af en kompetencebeskrivelse af naturfagene . . .	133
6	Referencer	134

3 PISA og andre internationale komparative undersøgelser 143

Af Annemarie Møller Andersen

og Marit Kjærnsli

1	Formål og metode	144
1.1	Formål	144
1.2	Metode og udvalg	145
1.3	Testen	146
2	Definition af "scientific literacy"	148
3	Tre dimensioner af naturvidenskabelig kompetence	149
3.1	Procesdimensionen - Naturvidenskabelige arbejdsmåder og tankegange	150
3.2	Naturvidenskabelige begreber	152

3.3 Kontekst - situationer og anvendelsesområder	152
4 PISA og naturfagene i folkeskolen	153
5 Danske resultater i et internationalt og nordisk perspektiv	155
5.1 Danske 15-årige	157
5.2 Spredning	161
5.3 Proceskompetence vs. begrebsforståelse	162
5.4 Kønsforskelle	164
5.5 Køn og proceskompetence vs. begrebsforståelse	168
5.6 Opgaveformat	169
5.7 Danske 16-årige	170
6 Danske resultater - i forhold til læseplaner og praksis	171
6.1 Hvad forventes af danske elever?	172
6.2 Prioriteringer i lov og praksis	173
6.3 Spredning og kønsforskelle	174
6.4 Danske resultater i internationalt perspektiv	175
7 Referencer	178
 4 Rids af enhedslæreruddannelsens, fagkredsens og almindannelsesbegrebets historie	181
<i>Af Ellen Nørgaard</i>	
1 Indledning	181
2 Enhedslæreruddannelsens udvikling	182
3 Udviklingen i grundskolens fagkreds	191
4 Almindannelsens indhold og gymnasiet	200
5 Konkluderende bemærkninger	205
6 Referencer	207
 5 Naturfagene i folkeskolen	211
<i>Af Søren Dragsted</i>	
1 Forskning i skolens kerneydelse	211
1.1 Fokuspunkter	213

2 Fokus 1: Klassens lærerteam og dansk/ matematik	213
3 Fokus 2: De ændrede organisationsformer og tidsproblemet	216
3.1 80 timer skrumpede til 51 lektioner - et eksempel	216
3.2 Naturfag i temaperioder	220
4 Fokus 3: Sammenhæng mellem naturfagene i skoleforløbet	221
5 Fokus 4: Lokaler og omkringliggende arbejdsfelter	222
5.1 Andre mulige undervisningsrum	224
6 Fokus 5: Undervisningsmaterialer og den praktiske dimension	225
7 Fokus 6: Faglighed og fagkultur	226
8 Fokus 7: De enkelte fag	229
8.1 Natur/teknik	229
8.2 Biologi	238
8.3 Geografi	234
8.4 Fysik/kemi	236
9 Fokus 8: Evaluering	238
9.1 Prøver i fagene	239
10 Fokus 9: Udviklingsarbejde i folkeskolen ..	240
11 Afsluttende kommentar	241
12 Referencer	242

6 Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdoms- uddannelserne 247

Af Jens Dolin

1 Lærernes forestillinger og kompetencer ..	248
1.1 Lærernes forestillinger om læring og undervisning	249
1.2 Lærernes forestillinger om fag	252
1.3 Lærernes faglige og pædagogiske kompetencer	254
2 Undervisningsformer og undervisningsmateriale	254

2.1 Undervisningsformer	255
2.2 Brug af IT	257
2.3 Lærebøgernes dominans	257
3 Elevholdninger og -forudsætninger	257
4 Styringen efter eksamen	259
5 Naturfagene i skolens liv	261
5.1 Udviklingsarbejde	262
5.2 Naturfagenes status	263
6 Referencer	263
 7 Kridt og kedsomhed - et kritisk blik på universiteternes indledende grundfags- undervisning	 267
<i>Af Frederik Voetmann Christiansen</i>	
1 Basics first	267
2 Vadestedet	272
3 Begrundelsen der blev væk	274
4 To udveje: fagintegration eller nye begrundelser	276
4.1 Nye begrundelser for de matematiske fag	277
4.2 Fagintegration	279
4.3 Afrunding	280
5 Referencer	281
 8 Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser	 285
<i>Af Lars Ulriksen</i>	
1 Indledning og afgrænsning	285
2 De samfundsmæssige rammer for børne- og ungdomskulturen	287
2.1 Orienteringstabet	287
2.2 Individualiseringen	289
2.3 Hverdagslivets organisering	290
2.4 Konsekvenser for børne- og ungdomskulturen og uddannelserne	291
3. Generelle indstillinger til uddannelser	292

3.1	Studiet skal være personligt meningsfyldt	292
3.2	Man skal vælge selv	294
3.3	Alt er foreløbigt	294
3.4	Ambivalens	295
3.5	Rationaliteten i de studerendes indstillinger	297
3.6	Konsekvenser for uddannelser og uddannelsesvalg	299
4	Særlige forhold vedrørende teknik og naturvidenskab	300
5	Betydning af børnenes og de unges kultur i forhold til teknologi og naturvidenskab . . .	307
6	Afslutning	312
7	Referencer	313
9	Den ændrede opfattelse af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur	319
	<i>Af Hanne Andersen</i>	
1	Standardbilledet af naturvidenskaben før 1960	320
1.1	Logisk positivisme	321
1.2	Kritisk rationalisme	323
1.3	Den historiske fremstilling af naturvidenskaberne	324
2	Oprøret i 1960'erne	325
2.1	Kuhn: Revolutioner og paradigmer	325
2.2	Implikationer af Kuhns beskrivelse	328
2.3	Andre oprørere	330
3	Videnskabssociologiens fremmarch	331
4	Kritik og stagnation	332
4.1	Miljøbevægelsen	332
4.2	Skandalehistorier	334
4.3	Stagnation	335
5	Science Wars	337
6	Hvordan formidles billedet af naturvidenskaberne?	340
6.1	Den indre spænding i Kuhns position . .	341

6.2 Fagdidaktiske diskussioner	342
6.3 Spørgsmål til overvejelse i det videre arbejde	344
7. Referencer	346
 10 Inspiration fra udlandet - nordiske og portugisiske erfaringer	353
<i>Af Trine Facius og Sebastian Horst</i>	
1 Svenske initiativer	353
1.1 NOT-projektet	354
1.2 Andre initiativer	356
2 Det finske LUMA program	359
2.1 Målene for LUMA	360
2.2 Implementeringen af projektet	361
2.3 Resultaterne	362
2.4 Kritik af LUMA	363
3 Norske tiltag	364
3.1 Den norske strategiplan	365
3.2 Tiltag i 2003	366
3.3 Mandat for "Naturfagscenteret"	367
4 Ciência Viva i Portugal	369
4.1 Organisation af Ciência Viva	369
4.2 Skolerne	370
4.3 Befolkningens bevidsthed om naturvidenskab og teknologi	373
4.4 Interaktive sciencecentre	375
4.5 Vurdering af Ciência Viva	376
5 Referencer	379
 Bilag 1: Arbejdsgruppens kommissorium og sammensætning	380
 Bilag 2: Oversigt over bidragsydere til antologien	383
 Litteratur brugt i projektet Fremtidens Naturfaglige Uddannelser	387

Indledning

Arbejdsgruppen for Undervisningsministeriets strategiplanarbejde *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser* har i sin rapport "Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi" (Andersen, Busch m.fl., 2003) præsenteret resultaterne af gruppens analyse af det naturfaglige uddannelsesområde i Danmark. Gruppens arbejde udmøntes i rapporten i en række handlingsorienterede anbefalinger til nødvendige uddannelsespolitiske tiltag med primære adresser til det politiske system og ledelsesansvarlige på relevante uddannelsesinstitutioner.

Denne antologi er den anden publikation i strategiplanarbejdet og har som sit væsentligste formål at præsentere centrale elementer af analysegrundlaget for den udarbejdede strategiplan. Hermed bidrager dette bind også til at tydeliggøre sammenhængen mellem på den ene side de spørgsmål som i henhold til arbejdsgruppens kommissorium er belyst, og på den anden side analysegrundlaget og de heraf afledte anbefalinger. Der er i arbejdsprocessen trukket på en lang række skriftlige kilder og på samtaler med danske og udenlandske ressourcepersoner. Det vil derfor være fejlagtigt at opfatte teksterne i antologien som repræsenterende det samlede analysegrundlag.

Det er imidlertid også redaktionens forventning at delanalyserne i nærværende bind vil finde anvendelse som inspiration i udviklingen af naturfagsområdet, såvel på det teoretiske plan som i den konkrete uddannelsespraksis der dagligt udspiller sig på landets uddannelsesinstitutioner.

Arbejdsgruppen blev under Nils O. Andersens formandskab nedsat i juni 2002 med afsæt i regeringens handlingsplan *Bedre Uddannelser* og med den overordnede opgave at udarbejde en strategiplan for udviklingen af det samlede naturfaglige område i det danske uddannelsessystem, fra førskole- til universitetsniveau. I strategiplanarbejdet har arbejdsgruppen været

suppleret af projektets forfattergruppe hvis opgaver har bestået i at udarbejde analyser, skrive rapportudkast, koordinere arbejdsprocessen og varetage sekretariatsfunktioner. Forfattergruppen er endvidere ansvarlig for redigering af denne antologi.

En mere detaljeret beskrivelse af arbejdsprocessen bag strategiplanen kan findes i projektets første bind. Arbejds- og forfattergruppens sammensætning og strategiplanarbejdets kommissorium er beskrevet i antologiens bilag 1.

Om antologien

Ved arbejdsgruppens første møde i juni 2002 blev kommissoriets centrale problemstillinger diskuteret og et ønske om en nærmere udredning af disse resulterede i en række notater fra danske og udenlandske eksperter. Med det primære formål at fungere som et internt redskab for arbejdsgruppen gav denne samling af tolv notater en belysning af en række af kommissoriets spørgsmål og bidrog i kraft af afklaringer og nuanceringer af problemstillinger til at etablere en fælles begrebsramme for arbejdsgruppens medlemmer. I løbet af arbejdsprocessen er der ved flere lejligheder opstået behov for at få udarbejdet nye notater hvilket er blevet varetaget af forfattergruppen suppleret af eksterne ressourcepersoner.

Hovedparten af de rekvirerede notater vurderes at være af generel interesse for et bredt spektrum af aktører på det naturfaglige uddannelsesområde og har under hele arbejdsprocessen været tiltænkt den sekundære funktion at indgå i nærværende publikation. Notaternes forfattere er således i foråret 2003 blevet tilbudt at revidere deres tekster med henblik på at lade disse indgå i en antologi bestående af fokuserede individuelle bidrag som hver især forholder sig til facetter af et overordnet tema: det naturfaglige uddannelsesområde.

Ved læsning af antologien er det værd at erindre at de ti indgående bidrag praktisk talt er skrevet uafhængigt af hinanden. *Det skal også bemærkes at teksterne, herunder udtrykte holdninger og konklusioner, er udtryk for forfatternes egne opfattelser og vur-*

deringer. Den samlede arbejdsgruppes visioner og anbefalinger for det naturfaglige uddannelsesområde er således udelukkende udtrykt i den første publikation: *Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi.*

I slutningen af hver af de ti artikler i antologien findes en referenceliste som gælder specifikt for den pågældende tekst. Endvidere er i slutningen af antologien tilføjet en samlet referenceliste der angiver samtlige de skriftlige kilder som forfatter- og arbejdsgruppen har trukket på med henblik på at belyse kommissoriets spørgsmål.

Som tidligere nævnt findes i bilag 1 en beskrivelse af arbejds- og forfattergruppens sammensætning, samt en gengivelse af arbejdsgruppens kommissorium. I bilag 2 findes en opgørelse over tilhørsforhold mv. for bidragyderne til nærværende antologi.

Om de enkelte artikler

Antologiens *første artikel* med titlen *Naturfagsdidaktisk Ouverture - begreber og udviklingstendenser* er skrevet af Henrik Busch og Rie Troelsen og har den primære funktion at supplere arbejdsgruppens fremlagte strategiplan og de efterfølgende bidrag i nærværende antologi. I det første af artiklens to kapitler præsenteres en afklaring af begreber der er centrale i den fremlagte strategiplan. Begreberne falder i to kategorier: *Naturfaglige uddannelser* og *Begrundelser & mål*. Det andet kapitel indeholder en introduktion til moderne international læseplanstænkning og beskriver dermed en af arbejdsgruppens væsentlige inspirationskilder.

I antologiens *anden artikel* præsenterer Jens Dolin, Lars B. Krogh og Rie Troelsen under titlen *Kompetencebegrebet i naturfaglige uddannelser* en grundig diskussion af kompetencebegrebet og argumenterer for hvordan og med hvilke overvejelser dette begreb kan og bør introduceres i naturfaglige uddannelser som et slagkraftigt redskab for lærende, undervisere og ledelsesansvarlige. Kompetencebegrebets anvendelse diskuteres

i disse år intensivt i didaktiske sammenhænge, hvor ikke mindst det ambitiøse *KOM-projekt* (Niss & Jensen, 2002) for matematikfagets vedkommende kan nævnes. En operationel version af kompetencebegrebet finder blandt andet sin styrke i mulighederne for at sikre gode muligheder for sammenhæng på tværs af uddannelsesniveauer, klare progressionsmål samt hensigtsmæssige indholdsbeskrivelser og evalueringsmål.

I den *tredje artikel* skitserer Ellen Nørgaard med sit bidrag *Et historisk rids af naturfagenes udvikling* nogle af de ændringer der på grundskoleområdet i løbet af de seneste ca. 200 år har fundet sted med hensyn til begrundelser for naturfagsundervisningen krav og forventninger til lærere og elever. Teksten er centreret om beskrivelsen af tre udviklinger, henholdsvis enhedslæreruddannelsen inden for grundskoleområdet, naturfagene og endelig begrebet *almendannelse* i dansk skolesammenhæng. Med dette bidrag peger Ellen Nørgaard på hvordan samfundets opfattelse af naturfagsundervisningen har ændret sig med tiden.

Annemarie Møller Andersen og Marit Kjærnsli behandler PISA-undersøgelsen i antologiens *fjerde artikel* med titlen *PISA og andre internationale komparative undersøgelser*. De to forfattere har haft ansvar for gennemførslen af henholdsvis den danske og norske del af PISA-undersøgelsen og beskriver her de vigtigste resultater fra naturfagsundersøgelsen og fortolker disse i forhold til nordiske læseplaner og undervisningspraksis. I månederne op til strategiplanarbejdets iværksættelse var der i Danmark på baggrund af OECD-undersøgelsen PISA 2000 megen debat om den danske naturfagsundervisning i folkeskolen. De danske elever klarede sig i undersøgelsen dårligt i internationalt perspektiv hvad angår naturfaglige kompetencer. En grundig analyse og fortolkning af resultaterne er uomgængelig hvis man vil forsøge at komme med anbefalinger til ændringer inden for det danske uddannelsessystem. Andersen og Kjærnslis artikel udgør et vigtigt bidrag til dette analysegrundlag.

I *artikel 5-7* beskriver henholdsvis Søren Dragsted, Jens Dolin og Frederik Voetman Christiansen elementer af naturfaglig uddannelses- og undervisningspraksis som den tager sig ud i henholdsvis folkeskolen, i ungdomsuddannelserne og i de videregående uddannelser. Hvert af disse uddannelsesområder er så omfattende at den enkelte opgave har nødvendiggjort et betydeligt valg og fravalg af fokusområder. De tre forfattere blev bedt om selv at foretage dette valg med udgangspunkt i deres egne interesser og relationer til de givne uddannelsespraksisser. Det er således ikke intentionen at det enkelte bidrag skal forsøge at give en dækkende beskrivelse af situationen på det pågældende uddannelsesområde, men derimod forsøge at trække specielle problemstillinger frem i lyset. Resultatet er tre artikler som på bedste vis supplerer hinanden ved på samme tid at pege på forhold som generelt fremstår som problematiske på naturfagsområdet, og på forhold der gælder specifikke individuelle uddannelser.

I *artikel 5, Naturfagene i folkeskolen*, fremhæves med udgangspunkt i nyere danske undersøgelser samt forfatterens egne erfaringer som folkeskolelærer en række problematiske forhold ved den naturfaglige undervisningspraksis der kan iagttages i folkeskolen. Nye organisationsformer, tidspres, konkurrencen med andre fag om opmærksomhed og ressourcer, lokaleforhold og naturfaglige uddannelseskulturer fremhæves som centrale temaer. Antologiens *sjette artikel, Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne*, fokuserer først på fagsyn, undervisningssyn samt faglige og pædagogiske kompetencer blandt især lærere i det almene gymnasium. Dette bruges som afsæt til at diskutere undervisnings- og evalueringsformer samt elevernes holdninger til og forudsætninger for deltagelse i naturfagsundervisningen. Den *syvende artikel, Kridt og kedsomhed - et kritisk blik på universiteternes indledende grundfagsundervisning*, tager et forholdsvist snævert udgangspunkt ved primært at reflektere over de videregående naturfaglige uddannelsers grundfagsundervisning. Imidlertid bruges dette som afsæt til at diskutere en række centrale problemstillinger for det tertiære niveau, herunder videnskabssyn blandt under-

visere og betydningen af dette for fagenes begrundelser, undervisningsmetodikker og studerendes læringsstrategier og -muligheder.

Med artiklen *Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser*, der er antologiens *ottende bidrag*, giver Lars Ulriksen et bud på elementer af en børne- og ungdomskultur der kan have betydning for elevers og studerendes måder at handle som brugere og fravælgere af naturfaglige uddannelser. I teksten ridses generelle samfundsmæssige træk op som har betydning for børne- og ungdomskulturen samt generelle træk i børne- og ungdomskulturen i forhold til uddannelse og arbejde. Lars Ulriksen peger eksempelvis på forhold vedrørende teknologi og naturvidenskab som tydeligvis i princippet kunne tilbyde børn og unge noget af det der ifølge hans analyse er mistet i moderniteten. Imidlertid vurderes det også at de unges typiske forventninger til naturfagene kombineret med naturvidenskaberne hierarkiske vidensstruktur og naturfagenes (selvskabte) image som kolde og anonyme udgør barrierer for de unges engagement i naturvidenskab og naturfag.

Hanne Andersen giver i antologiens *niende artikel*, *Den ændrede opfattelse af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur*, en indføring i udviklingen af videnskabsteoriens og -sociologiens beskrivelse af naturvidenskab. De kvalificerede bud på en karakteristik af naturvidenskab har i de seneste 40 år gennemgået en rivende udvikling som i nogen udstrækning er slået igennem i læseplaner, men som har svært ved at finde vej til undervisningslokaler og -materialer. Som det blandt andet er fremhævet i antologiens artikler om undervisningspraksis på forskellige uddannelsesniveauer, har underviseres opfattelse af naturvidenskab en væsentlig betydning for den undervisning der gennemføres, og det fagsyn der formidles videre til eleverne. Forfatteren rejser på denne baggrund en række spørgsmål om hvilken betydning den ændrede opfattelse af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur må få for naturfagsundervisningen.

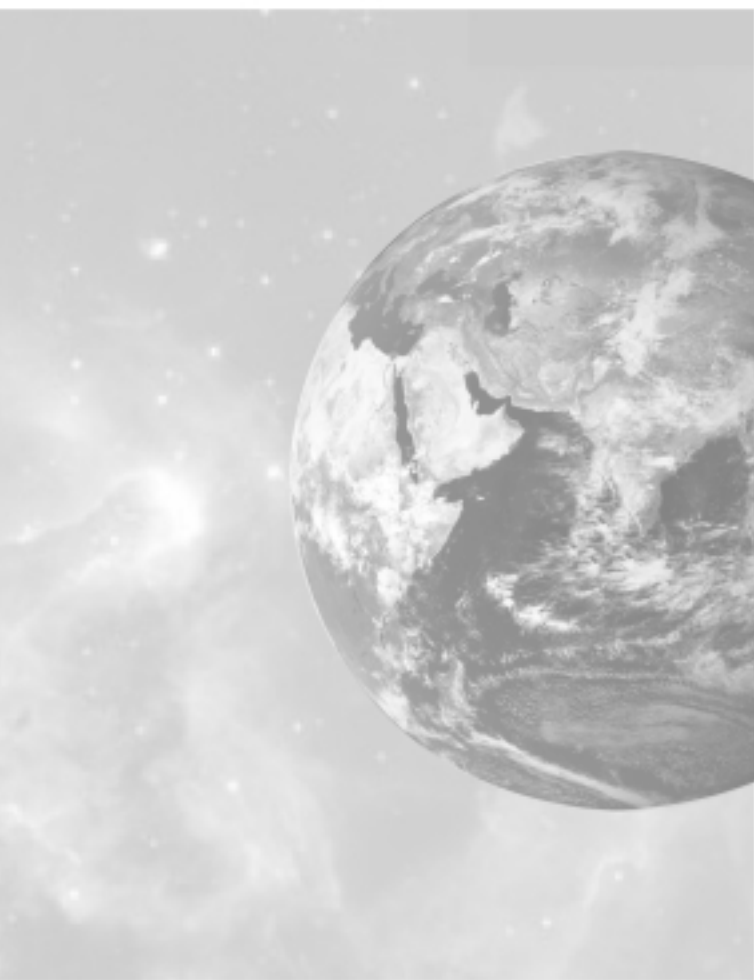
Antologiens *tiende artikel, Inspiration fra udlandet - nordiske og portugisiske erfaringer*, beskriver fire europæiske landes nationale satsninger på naturfagsområdet som har været inspirationskilder i strategiplanarbejdet. Arbejdsgruppen har på flere fronter ladet sig inspirere af erfaringer og initiativer fra udlandet, herunder inddragelse af forskningslitteratur, deltagelse i internationale konferencer, personlige kontakter, men ikke mindst studiet af større nationale initiativer har været i søgelyset. Det gælder det portugisiske *Ciência Viva*, den norske strategiplan *Strategi for styrkning av realfagene 2002-2007* og efterfølgende norske tiltag, de svenske initiativer med fokus på *NOT-projektet* samt i mindre grad det finske *LUMA-projekt*.

Afslutningsvis skal de bidragende forfattere takkes for deres meget kompetente indsats. De oprindelige notater har spillet en væsentlig rolle for strategiplanens udvikling i arbejdsprocessens begyndelse, og det er redaktørernes forventning at de ti artikler i denne antologi vil blive læst med stor interesse i et bredt spektrum af naturfaglige miljøer.

København d. 5. juni 2003

Henrik Busch, Sebastian Horst & Rie Troelsen





Naturfagsdidaktisk Ouverture - Begreber og udviklingstendenser

Af Henrik Busch og Rie Troelsen

Denne indledende artikel har som overordnede formål at supplere arbejdsgruppens fremlagte strategiplan *Naturfag for alle - visioner og oplæg til strategi* (Andersen, Busch, Horst & Troelsen, 2003) og de efterfølgende artikler i nærværende antologi. Tekstens to kapitler er ikke indholdsmæssigt skarpt adskilte, men heller ikke tæt forbundne. De to kapitler indeholder imidlertid hver især elementer der er væsentlige for læsningen af den resterende del af de to publikationer i strategiplanarbejdet.

I det første kapitel præsenteres en afklaring af en række begreber som spiller en central rolle i strategiplanen, og som forfatterne til antologiens artikler har forsøgt at anvende som fælles terminologi. Begrebsafklaringen inddrages med henblik på at give læseren muligheden for at gå til strategiplanen og antologien ud fra nogenlunde den samme forståelsesramme som arbejdsgruppen har brugt som udgangspunkt for analyser og diskussioner. Det skal understreges at der ikke er tale om en akademisk og teoretisk ambitiøs afklaring, men derimod et mere pragmatisk forsøg på at præsentere operationelle forståelser af centrale begreber og disses indbyrdes sammenhæng. Begreberne er forsøgt inddelt i to kategorier. Den første kategori kan forbindes med det for strategiplanen helt centrale tema *Naturfaglige uddannelser*. Den anden kategori er forsynet med overskriften *Begrundelser & mål* og refererer ikke mindst til arbejdsgruppens overvejelser om valg af en term der kan dække overvejelser om begrundelser for samt mål, indhold og evaluering af uddannelse og undervisning. Som det fremgår af *Naturfag for alle - visioner og oplæg til strategi*, har arbejdsgruppen fundet det mest hensigtsmæssigt at anvende kompetencebegrebet.

I det andet kapitel af denne artikel peges på nogle udviklingstendenser i den moderne internationale læseplanstænkning på naturfagsområdet. Dette gøres med udgangspunkt i en beskrivelse af tre store, internationalt kendte projekter: Beyond 2000, Project 2061 og STS-bevægelsen. Det skal igen bemærkes at der er tale om en forholdsvis snæver selektion af tendenser og bevægelser som måske især udmærker sig frem for andre ved at have indgået som vægtige inspirationskilder i strategiplanarbejdet.

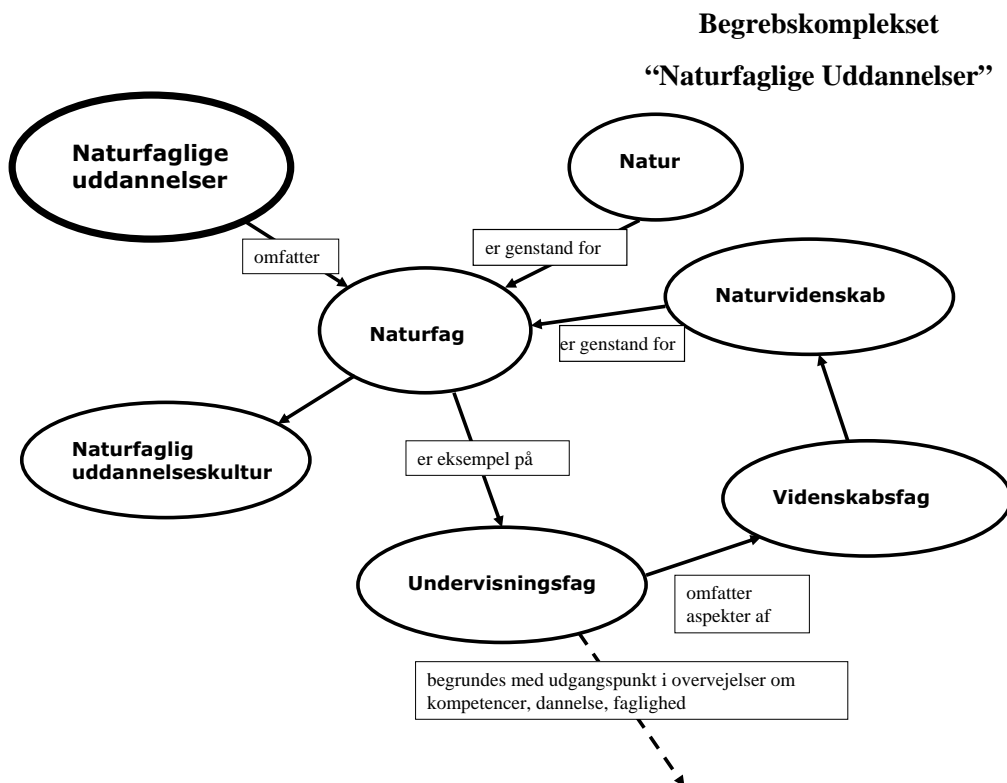
1 Begrebsafklaring

Begrebsafklaringen er som nævnt opdelt i to afsnit som hver især fremstiller et bud på en forståelse af og sammenhæng mellem et kompleks af forholdsvis tæt forbundne begreber.

1.1 Begrebsskomplekset omkring "naturfaglige uddannelser"

Det første begrebsskompleks samler sig om den overordnede genstand for strategiplanarbejdet, nemlig *naturfaglige uddannelser*, som i strategiplanen kort er defineret som kendetegnet ved at omfatte *undervisningsfag hvori naturvidenskabelige problemstillinger og emner leverer hovedparten af indholdet*.

Med udgangspunkt i figur 1's grafiske fremstilling diskuteres herunder forståelser af og indbyrdes relationer mellem en række begreber der i forhold til strategiplanarbejdets fokus er underordnet begrebet *naturfaglige uddannelser*. Forhåbningen er at dette bidrager til et mere nuanceret billede af arbejdsgruppens opfattelse af genstandsfeltet og af dets mange forgreninger. I figuren er de enkelte begreber repræsenteret ved bobler der er indbyrdes forbundet med pile samt en kort tekst. Ultrakorte bud på sammenhængen mellem begreber fås ved at forbinde disse i pilenes retning ved hjælp af den angivne tekst; eksempelvis "naturvidenskab er genstand for naturfag".



Figur 1.

Begrebsafklaringen tager udgangspunkt i de to begreber *videnskabsfag* og *undervisningsfag*.

Videnskabsfag & undervisningsfag

I enhver fagdidaktisk diskussion er det vigtigt at skelne mellem de to begreber *videnskabsfag* og *undervisningsfag* og at have sig relationen mellem disse klargjort. Der findes i uddannelsespolitiske diskussioner og blandt undervisere på uddannelsesinstitutionerne, både hvad angår terminologi og overvejelser om fagenes indhold, flere uheldige eksempler på at der ikke skelnes mellem hvad der er genstand for forskningen, og hvad der er genstand for undervisningen.

Eksempelvis forsøges naturfagenes problemer i folkeskolen og

gymnasiet ofte foreslået løst ved en styrkelse af de “klassiske fag” biologi, geografi, fysik og kemi¹, hvor det oftest er underforstået “en formidling af indholdet i de klassiske naturvidenskabelige discipliner”. Denne position er forbundet med to grundlæggende problemer. For det første er det ikke holdbart at argumentere for at undervisningsfagene direkte skal afspejle naturvidenskabelige videnskabsfag, endsige finde deres primære begrundelse eller indhold i disse videnskabsfag. For det andet vil en gennemgang af såvel naturfagernes som naturvidenskabernes udviklingshistorie vise at disse “klassiske fag” såmænd ikke er så klassiske endda².

I strategiplanarbejdet har følgende arbejdsdefinitioner været anvendt for henholdsvis videnskabs- og undervisningsfag.

Videnskabsfag: *Videnskabsfag* er historisk og kulturelt prægede konstruktioner af discipliner eller vidensområder inden for hvilke videnskabelig vidensproduktion foregår. Fagernes aktuelle karakteristika og indbyrdes forhold er forankrede i historiske traditioner og sociale organiseringer (tidsskrifter, konferencer, forskningsinstitutioners strukturelle opdelinger...), men er under konstant udvikling. Ofte opfattes biologi, geologi, (natur)geografi, fysik og kemi som klassiske naturvidenskabsfag, der hver især har en række underinddelinger og perifere overlap. Imidlertid opstår kontinuert nye forskningsfelter på tværs af gamle som følge af samfundsmæssige strømninger og behov, af nye banebrydende erkendelser inden for etablerede fagdiscipliner eller af enkeltpersoners fikse ideer og overblik. Blandt nyere videnskabsfag som vanskeligt kan presses ned i “klassikernes skabelon”, kan nævnes biokemi, nanoteknologi, bioinformatik og molekylarbiologi.

1) Et eksempel på dette er debatten i Jyllands-Posten d. 21. og 22. februar 2002, hvor lederen med udgangspunkt i en udokumenteret korrelation mellem de danske PISA-resultater og natur/teknikfagets problemer gjorde sig til talsmænd for en styrkelse af “de klassiske naturfag som eksempelvis fysik, kemi, biologi og geografi” (Dohn, 2002; Jyllands-Posten, 2002).

2) Se fx artikel 3 i denne antologi.

Videnskabsfag kan således betegnes som strukturelle enheder der er led i organiseringen af den naturvidenskabelige vidensproduktion.

Undervisningsfag: Af praktiske, og grundlæggende også af læringspsykologiske årsager, inddeles undervisning i de fleste formaliserede uddannelsessystemer i strukturelle og organisatoriske enheder som kan betegnes *undervisningsfag*. Før en sådan strukturerings foretages, må man imidlertid gøre sig en række didaktiske overvejelser. Hvad er undervisningens begrundelser på en given uddannelse? Almendannende, studieforberedende, arbejdsmarkedsforberedende eller ...? Og herefter - hvilken strukturerings fordrer en kompetenceudvikling på dette område?

Undervisningsfag kan således betegnes som strukturelle enheder der er led i organiseringen og gennemførelsen af uddannelse og undervisning.

Der er i det danske uddannelsessystem en betydelig inspiration fra den såkaldt klassiske opdeling af videnskabsfagene, og man har således i folkeskolen fagene biologi, geografi³ og fysik/kemi med tydelig reference til de fire traditionelle videnskabsfag inden for det naturvidenskabelige område. Den meget traditionsbundne, rigide og skarpe opdeling af naturfagsområdet som kendetegner det danske uddannelsessystem, kan ikke genfindes i fx de angelsaksiske skolesystemer og er også på tilbagetog i eksempelvis Norge og Sverige.

Det er også vanskeligt i udgangspunktet at finde grundlag for at hævde at undervisningsfagene bør struktureres efter samme kategorier som videnskabsfagene. Folkeskolens natur/teknik-

3) En nuancering er nødvendig her. Det er rigtigt at geografi er et skolefag, men det er ikke holdbart at tale om geografi med reference til ét naturvidenskabeligt fag. Dele af de videnskabelige geografiske discipliner er naturvidenskabelige, og dele er samfundsvidenskabelige eller humanistiske. Man har imidlertid i skolen valgt at lægge de geografiske discipliner sammen med de øvrige naturfag. Derimod må geologi betegnes som et naturvidenskabeligt konstitueret fag; et fag som undervisningsfaget geografi også er forpligtet på i folkeskole og gymnasium. Imidlertid opfattes geologi som videnskabsfag oftest som selvstændigt og ikke underordnet geografi. I andre lande er læseplanstænkningen på dette område anderledes, og i nogle har man klareret problemet ved at splitte geografiområdet op i "earth science" og "social science".

fag i 1.-6. klasse er således et eksempel på et undervisningsfag der ikke er tænkt med udgangspunkt i videnskabsfagene. Andre eksempler på naturvidenskabeligt relaterede undervisningsfag (som ikke eksisterer som selvstændige fag i den danske folkeskole, men på enkelte ungdoms- og videregående uddannelser) er sundhedsundervisning og miljøundervisning.

Pointen med dette afsnit er altså at understrege at der i enhver didaktisk diskussion må skelnes tydeligt - taler vi om naturvidenskab og dermed videnskabsfagene på det naturvidenskabelige område, eller taler vi om naturfag og dermed undervisningsfagene med relation til det naturvidenskabelige område?

Naturfag

Den fremsatte strategiplan omhandler naturfagene i uddannelsessystemet.

I følge de ovenstående afsnit må naturfag forstås som

undervisningsfag (samt kulturer og strukturer knyttet til disse) der har natur og naturvidenskab som genstand for undervisningen.

Begrundelser for de enkelte naturfag og efterfølgende indholdsdiskussion tager udgangspunkt i de overordnede formål for den pågældende uddannelse og må benytte dette som springbræt til at vurdere hvordan genstandsfeltet kommer til udtryk i fagene. Eksempelvis anses det i strategiplanen som afgørende at naturfagene i de almendannende uddannelser yder et centralt bidrag til at uddanne til medborgerskab i et demokratisk samfund. En sådan begrundelsesovervejelse udgør en grundsten til afklaringen af hvilke aspekter af natur og naturvidenskab der optræder i uddannelsernes fag, og påvirker til en vis grad beslutninger om undervisningens form. Vægtningen af demokratiargumentet fordrer en fokus i undervisningen på en forståelse af naturvidenskab som samfundsaktør (se nedenfor) og anvendelse af undervisningsformer hvor naturvidenskabernes bud på løsninger aktivt debatteres blandt elever eller studerende.

Naturvidenskab

Her præsenteres den arbejdsdefinition af naturvidenskab som har ligget til grund for arbejdsgruppens overvejelser om fremtidens naturfaglige uddannelser. Den pågældende karakteristik er inspireret af Keld Nielsens og Henry Nielsens bidrag til "Det Syvende Nordiske Forskersymposium om Undervisning i Naturfag i Skolen" i Kristianssand, Norge i juni 2002 (Nielsen & Nielsen, 2002). Den overordnede karakteristik og formulering skal tilskrives de to forfattere, men enkelte punkter er revideret.

Der peges på fem forskellige sider af naturvidenskaben betragtet som genstand for undervisning, og det understreges at det er vigtigt i didaktisk sammenhæng ikke at operere med et for snævert begreb. Det foreslås derfor at naturvidenskab som genstand for undervisning betragtes udfra følgende fem perspektiver:

- Naturvidenskab kan karakteriseres som en *specifik faktor eller aktør i samfundsudviklingen*. En betingende faktor på linje med økonomi, industri, råstoffer, demografi der kan manipuleres, forstærkes, svækkes osv., og hvis aktuelle tilstand gør, at visse samfundsudviklinger er mulige, mens andre er udelukkede. Naturvidenskaberne som samfundsaktør er således både betydningsfuld, nødvendig og problematisk - det er en faktor som bidrager betydeligt til både at skabe og løse samfundsproblemer.
- Naturvidenskab har karakter af at være en *kollektivt organiseret erkendelsesproces*. Det var tidligere udbredt at tale om naturvidenskab som værende karakteriseret ved en særlig metodik, *Den Naturvidenskabelige Metode*. Som diskuteret i antologiens niende artikel, er der i løbet af det seneste halve århundrede skabt en væsentlig grad af konsensus blandt videnskabshistorikere og -filosoffer om at det ikke på nogen holdbar måde kan lade sig gøre at karakterisere og præcisere denne postulerede metode. Videnskabsstudier peger derimod på at naturvidenskabsfolk benytter sig af en hel vifte af metodikker, hvoraf ikke alle er lige videnskabelige i den klas-

siske, positivistiske forstand. Det er således mere frugtbart at tale om naturvidenskab som en kollektivt organiseret erkendelsesproces. Det væsentligste element er her den organiserede debat i tidsskrifter og på kongresser hvor alle i princippet har lov til at sætte spørgsmålstegn ved alt. I denne opfattelse kan naturvidenskab kort karakteriseres som "en løbende debat om hvordan verden kan beskrives mest dækkende".

- *De naturvidenskabelige samfund* er et væsentligt element af naturvidenskaberne. Hvis man spørger hvor det særlige element af "sikker viden" der karakteriserer naturvidenskab, kommer fra, er svaret at sikker viden er det der overlever i den videnskabelige debat som kollektivt anerkendt viden. Det er rigtigt at eksperimentet også spiller en central rolle, men eksperimentet har - i denne opfattelse af naturvidenskab - rollen som det ultimative argument i den videnskabelige diskussion. Et argument der selvfølgelig kun har vægt hvis eksperimentet er reproducerbart. Man kan vælge at betragte det naturvidenskabelige samfund som en vigtig side ved naturvidenskab. Videnskabsfolk over hele kloden er organiseret i professionelle selskaber, er knyttet til magtfulde institutioner, afholder kongresser, redigerer tidsskrifter, deltager i paneler og diskussioner, sidder i bestyrelser og rådgiver regeringer. Gruppen er selvfølgelig langt fra homogen, men videnskabsfolk formår ofte både som individer og som gruppe at sætte egen dagsorden med stor politisk, økonomisk og ikke mindst kulturel indflydelse. Hvilke særinteresser har mennesker tilknyttet naturvidenskab? Hvordan påvirker det for eksempel de kulturelle strømninger at naturvidenskabsfolk blander sig kraftigt i diskussionen om krav til skoler og uddannelse?
- Naturvidenskaberne, deres analysemetoder, begreber og resultater udgør *det epistemologiske grundlag for vores omverdensforståelse*. I den vestlige kulturkreds er vi dog tilbøjelige til at tage for givet at verden kan forstås gennem analyser af årsags-virkningsforhold og gennem formuleringen af naturlove. Vi glemmer for det meste at denne måde at

betragte verden på er resultatet af en meget lang og historisk udvikling der i over 1000 år næsten hovedsageligt var knyttet til græsk kultur. Vi glemmer at der har eksisteret masser af kulturer hvor begreber som “naturlov” og “eksperiment” ikke er indgået i det sproglige og tankemæssige repertoire, og vi glemmer at hele vores forkærlighed for at udtrykke alt i tal og måleresultater er resultatet af specifikke menneskers intense tankearbejde; det er ikke en særlig egenskab ved naturen, der gør, at man tvinges til at beskrive den således. Vi glemmer at mennesket ikke er født med at vide ting som, at Solen er en kugle, forbrænding kræver tilstedeværelse af ilt, at det giver god mening at skelne mellem årsag og virkning osv. Men hvis vi glemmer at naturvidenskab i sig selv er en konstruktion, et produkt af en kompliceret historisk udvikling, som måske tilmed er specifik for den kulturkreds der har rod i området omkring det østlige Middelhav, så vil det også være let for os at glemme hvor fundamentalt naturvidenskabelige begreber og tankefigurer er indarbejdet i vores erkendelse.

- Endelig kan man betragte naturvidenskaben som *en sum af viden*. Som “det der står i lærebøgerne”. Set med denne optik (hvor man fx inden for fysikken ville betragte faget som bestående af begreber, sammenhænge, modeller, standardproblemer, matematiske metoder mv. knyttet til klassisk mekanik, termodynamik, relativitetsteori, kvantemekanik, atomfysik, faststoffysik, ...) vil naturvidenskaberne som genstand for undervisning fremstå som et produkt, en færdig-fremstillet viden, som skal formidles videre til den lærende.

Natur

I moderne naturfaglig læseplanstænkning og uddannelsespolitiske debatter står naturvidenskab som det centrale element i naturfagenes genstandsfelt. Der tales således eksempelvis om at “de naturvidenskabelige fag” styrkes med den nye gymnasie-reform, og at kompetencebegrebets handlingsorientering peger på behov for at kunne begå sig i en verden præget af naturvidenskabelig og teknologisk udvikling.

Naturen som genstandsfelt står betydeligt svagere i en didaktisk tænkning, der i betydelig grad er præget af en mekanistisk og reduktionistisk verdensforståelse. Naturen opfattes således ofte mere eller mindre implicit som bestående af indbyrdes vekselvirkende enheder (fra kvarker til galakser) der tilsammen udgør en forståelig, rationel og mere eller mindre ordnet og deterministisk verden. Et sådant verdensbillede er naturligvis en uundværlig del af en naturfaglig dannelse, men kan det stå alene?

Naturfagene må også være det forum i uddannelserne hvor elever og studerende øger deres fortrolighed med naturen, hvor naturen opleves med alle sanserne åbne, hvor der kan reflekteres over forholdet mellem kultur og natur, og hvor ansvarlighed i forhold til naturen udvikles. Dette naturfagligt dannende formål realiseres ikke nødvendigvis bedst ud fra et mekanistisk verdensbillede der er dikteret af en meget stærk og fast forankret naturvidenskabelig tradition, og som på mange måder adskiller sig radikalt fra det natursyn der optræder i vores hverdagslivs mange sammenhænge.

Naturbegrebet er komplekst og en afklaring i didaktisk sammenhæng af dette og af relaterede begreber som natursyn og naturoplevelser ligger uden for denne artikels rammer. Der kan henvises til (Kruse, 2002) for en nyere dansksproget diskussion.

Naturfaglig uddannelseskultur

I strategiplanen er et separat kapitel afsat til at diskutere betydningen af en konstruktiv udvikling af naturfaglige kulturer på uddannelsesinstitutioner på alle niveauer. I antologiens artikel 5 beskriver Søren Dragsted problematiske elementer af den naturfaglige kultur i folkeskolen der kan forstås som:

... en subkultur i skolen. Den er skabt gennem fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdisæt, normer og praksisformer med henblik på at realisere naturfaglig undervisning i relation til skolens samlede opgave. (...) Skolens naturfaglige kultur rummer flere dimensioner. Det gælder fortolkning af indhold i

naturfag, realiseringen af samarbejde blandt skolens lærere samt de lokale praktiske rammer for arbejdet i skolen. (Dragsted, S., artikel 5).

En naturfaglig uddannelseskultur konstitueres af en naturfaglighed, en pædagogisk og didaktisk faglighed og bevidsthed samt fagligt og didaktisk fællesskab og dialog på uddannelsesinstitutionen. Denne dialog må naturligvis primært foregå i de kollegiale miljøer der dækker de enkelte undervisningsfag på naturfagsområdet, men den naturfaglige uddannelseskultur er et fælles anliggende for alle institutionens aktører.

1.2 Begrundelser & mål

Arbejdsgruppen havde fra strategiplanarbejdets begyndelse et ønske om at etablere et fælles begreb til diskussioner af overvejelser om begrundelser og mål for, samt indhold og evaluering af naturfaglig uddannelse og undervisning. Fire kandidater til et sådant begreb blev overvejet: *scientific literacy*, *faglighed* (*natur- og kernefaglighed*), *dannelse* og *kompetence*. Alle fire begreber er centrale i naturfagsdidaktiske diskussioner, og som det fremgår nedenfor er der et betydeligt overlap mellem dem, om end de på ingen måde er synonymer og har forskellige oprindelser og vægtninger af fx handlingsorientering og kritisk stillingtagen.

I dette afsnit præsenteres i kort form de oplæg til begrebsafklaring, der lå til grund for arbejdsgruppens beslutning om at benytte kompetencebegrebet. Sidstnævnte begreb og mulighederne for at operationalisere dette med henblik på naturfaglig undervisning er genstand for den efterfølgende artikel i antologien.

Scientific literacy

Scientific literacy (SL) har igennem en længere årrække været det centrale begreb i den engelsksprogede læseplansforskning og -udvikling på naturfagsområdet. Direkte oversat til *naturvidenskabelig alfabetisme* leder begrebet tankerne hen på danskfagets (og andre sprogfags) ambition om at befolkningen skal

have rådighed over skriftsproget med henblik på at kunne deltage kvalificeret i civilsamfundet. Henvisningen til civilsamfundet peger på en primær anvendelse af literacy til at beskrive de behov der er for at uddanne *den brede befolkning* til at kunne deltage i samfundet som kvalificerede medborgere. Det er også en sådan tolkning af *scientific literacy* der i de seneste 10 år er blevet fremherskende i den internationale læseplansforskning og -udvikling. Der tales således ofte i samme åndedrag om *Public Understanding of Science and Technology*, *Scientific Literacy for Citizenship* og *Science for all*.

Mens der overfladisk set ikke hersker den store uenighed om at SL må referere til nødvendigheden af at uddanne befolkningen bredt til medborgerskab, er der betydelig mere divergerende opfattelser af hvordan begrebet operationaliseres og konkret lægges til grund for tilrettelæggelse af uddannelse og undervisning.

I PISA-undersøgelsen (se artikel 4) har et internationalt ekspertpanel udarbejdet en definition af SL med primært udgangspunkt i overvejelser om hvilke forudsætninger der i relation til det naturvidenskabelige område er nødvendige for at kunne forstå og deltage i beslutningsprocesser i et globaliseret videnssamfund. Definitionen har ligget til grund for udarbejdelsen af de blyant-og-papir-opgaver der i PISA 2000 er blevet brugt til evalueringen af 265.000 15-årige elevers niveau for SL i 32 lande.

Den anvendte definition af SL er:

The capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity. (Andersen et al., 2001).

Det er især værd at bemærke vendingerne *to use* og *understand and help make decisions*. SL i PISA handler altså ikke blot om besiddelse af noget viden, men om at være i stand til at anvende

de viden, identificere, konkludere og med det eksplicitte primære formål at kunne deltage i (demokratiske) beslutningsprocesser. PISA-definitionen er således i høj grad handlingsorienteret og i øvrigt forsøgt forankret i en analyse af videns- og/eller informationssamfundets krav til borgerne.

Det handlingsorienterede element leder tankerne hen på det danske kompetencebegreb (se diskussionen nedenfor, samt i antologiens artikel 2) og i den danske PISA-rapport (Andersen et al., 2001) anvendes således også betegnelsen *naturvidenskabelig kompetence* i oversættelsen af Scientific Literacy (se artikel 4)⁴.

Det er i en vurdering af PISA-definitionen på SL væsentligt at holde sig formålet med definitionen for øje. Nok bygger begrebets operationalisering på en analyse af samfundets krav, men det har ligeledes været nødvendigt for ekspertpanelet at udarbejde en definition af SL som man med rimelighed kan gøre sig forhåbning om at måle et niveau for i en individuel, skriftlig prøve med opgaver der egner sig til at blive kodet og lagt til grund for statistiske analyser. Man kan derfor hævde om PISA-undersøgelsen at den nok er i stand til at måle på en (betydelig) andel væsentlige elementer af SL, men at dette grundet undersøgelsens design af grundlæggende årsager ikke giver det fulde billede af et individs niveau af SL.

Naturvidenskabelig dannelse

Omkring begyndelsen af 1990'erne havde dannelsesbegrebet genvundet en central position i den pædagogiske forskning og debat efter i store træk i sin mere traditionelle form at have været erklæret afgået ved døden ca. 20 år tidligere (Laursen, 1994; Schnack, 1994). Det omtalte traditionelle pædagogiske dannelsesbegreb havde gjort sit indtog i 1800-tallet med nyhumanistiske strømninger som forsøgte at modvirke truslen mod de klassiske (humanistiske) dannelsesidealer fra oplysnings-

4) Det skal imidlertid her bemærkes at man på norsk har valgt at benytte begrebet "naturvidenskabelig dannelse" som oversættelse af PISA-projektets SL-definition.

tidens rationelle og naturvidenskabelige orientering (Laursen, 1994).

Det nyhumanistiske dannelsesbegreb havde humanistiske studier og dyder som omdrejningspunkt og led i forhold til samfundsudvikling og uddannelsesbehov i slutningen af det 20. århundrede under sine elitære, apolitiske karaktertræk og under forståelsen af individet som tilpassende sig den herskende (dannede) diskurs. Der kunne peges på behov for et dannelsesprojekt som skulle være alment, fastholdes som politisk i demokratisk perspektiv og ikke blot knytte sig til det humanistiske område. Det skulle med det nye radikale dannelsesbegreb *“ikke handle om at blive socialiseret på plads i systemet, men at blive dannet som politisk tænkende deltager (i modsætning til tilskuere) i demokratiet”* (Schnack, 1994). Ifølge Karsten Schnack, der gennem årtier har været en af de danske hovedkræfter bag udviklingen, er ideerne om politisk dannelse i demokratisk perspektiv og modstillingen til tilpasning således centrale definerende aspekter ved det radikale dannelsesbegreb (Schnack, 1994).

Diskussionen om den naturvidenskabelige dannelse er fra begyndelsen af 90'erne opstået i kølvandet og inspireret af den ovenfor beskrevne udvikling. Dette er i Danmark fra begyndelsen foregået særlig markant på miljø- og sundhedsområdet med en videreudvikling af det radikale dannelsesbegreb og bl.a. deltagelse i det store nordiske udviklingsprojekt MUVIN på miljøundervisningsområdet (Breiting, Hedegaard, Mogenssen, Nielsen, & Schnack, 1999).

Dannelsesdiskussionen er tydeligst slået igennem i læseplansarbejdet på folkeskoleområdet i forbindelse med Folkeskoleloven fra 1993. Eksempelvis fremhæves betydningen af naturvidenskabelig dannelse med henblik på deltagelse i beslutningsprocesser eksplicit i faghæftet for faget fysik/kemi:

Naturvidenskabelig dannelse er vigtig, både i forhold til hverdagslivet og med henblik på de beslutninger man som borger skal være

med til at tage i et demokratisk samfund. (Undervisningsministeriet, 1995a).

På lignende måde tales i faghæftet for faget geografi om geografens rolle i forhold til elevernes almene dannelse:

skolens virksomhed ... skal gøre eleverne fortrolige med dansk kultur ... bidrage til forståelse af fremmede kulturer ... fremme elevernes forståelse af menneskers samspil med naturen. Alt dette skal tjene til at fremme skolens helt overordnede opgave med at forberede eleverne til medbestemmelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og folkestyre. I geografi skal eleverne i overensstemmelse hermed have mulighed for at udvikle engagement, selvstændig stillingtagen til og ansvarlighed overfor problemer vedrørende udnyttelse af vore omgivelser og konsekvenserne for miljø og levevilkår. (Undervisningsministeriet, 1995b).

Den naturvidenskabelige dannelsesdiskussion har de senere år også fundet vej til de videregående naturvidenskabelige uddannelser; eksempelvis i kraft af aktiviteter i regi af Dansk Center for Naturvidenskabsdidaktik (DCN). Institutionen udskrev eksempelvis i februar 2000 en priskonkurrence med problemstillingen "naturvidenskab, dannelse og kompetence - set i relation til universitetsuddannelser". Konkurrencen mandede ud i udgivelsen af tre bud på dannelsesdiskussioner (Hansen, Nielsen, Troelsen, & Winther, 2001).

Naturfaglig kompetence

Nærværende diskussion af begrebet kompetence er i betydelig grad inspireret af det grundige analysearbejde der er gennemført i KOM-projektet (Niss og Jensen, 2002). KOM-gruppens arbejde repræsenterer formentlig den mest grundige danske didaktisk orienterede analyse af kompetencer knyttet til et bestemt fagområde.

I KOM-projektet defineres det overordnede kompetencebegreb kort som:

en betegnelse for nogens indsigtsfulde parathed til at handle på en måde, der lever op til udfordringerne i en given situation.

Der kan knyttes en række kommentarer til denne definition. For det første er der - som med PISA-definitionen af SL - tale om et begreb som er orienteret mod handling (... *at handle på en måde*). Der ligger hermed også et normativt element i begrebet - det er væsentligt at individet kan handle i forhold til sine omgivelser med henblik på at forandre, bidrage og deltage i forhold til de udfordringer der eksisterer. For det andet indgår ordet *parathed* og henviser til at den kompetente skal være udrustet med en vis vilje til eller ønske om at handle i den pågældende situation; motivation for at handle indgår altså som et element i kompetence. For det tredje udspiller individets kompetence sig aldrig i et tomrum (... *i en given situation*), men altså i en eller anden socialt og kulturelt konstitueret kontekst⁵. Det betyder også at kompetencer har bestemte funktionalitetsområder, og at det derfor ikke giver mening at hævde bredt og uspecificeret at et individ har et vist niveau af eksempelvis matematisk modelleringskompetence - funktionalitetsområdet skal specificeres for at kompetencebegrebet tjener et formål.

Dette fører os til diskussionen af det formålstjenlige i overhovedet at introducere et kompetencebegreb i uddannelsespolitisk og didaktisk sammenhæng⁶. Her fremhæver KOM-grup-

5) Her skal social og kulturel kontekst forstås meget bredt. Arbejdet hjemme ved den grønne skrivebordslampe med at løse en fysikopgave om en vogn på et skråplan foregår således heller ikke i et tomrum, men bygger på forståelse af en masse kulturelle koder og værdier, metoder som er etableret gennem hundrede år ved debat i utallige fællesskaber af fysikere om "hvordan man gør når man angriber et problem". Pointen her er at den kompetence der gør den studerende i stand til at handle i skrivebordskonteksten, ikke nødvendigvis og automatisk gør ham eller hende i stand til at handle i en problemsøgningsituation i fx erhvervslivssammenhæng.

6) Det skal her indskydes at "kompetence" som bekendt optræder i to former i hverdags sproget. I den første betydning handler det om have opnået en formel kompetence der blåstempler en person i en given erhvervsmæssig sammenhæng; fx som dyrlæge eller lign. Denne betydning af ordet omtales i KOM-projektet som "autorisation". Den anden betydning - om at være god til noget - er naturligvis den relevante i didaktisk sammenhæng.

pen tre pointer. Som det første kan en kompetenceanalyse på et bestemt fagområde give en *karakteristik af fagligheden* der kan være et slagkraftigt alternativ til en mere traditionel stof-tænkning som i mange sammenhænge fører til uhensigtsmæssige pensumbaserede læseplaner og problemer med stoftrængsel. Eksempelvis er KOM-projektets kongstanke at otte matematikkompetencer i tilrettelæggelse og evaluering af undervisning i hele uddannelsessystemet erstatter den omfattende stofopdeling (geometri, aritmetik, integral- og differentialregning,...). Som det andet kan en kompetenceorienteret læseplanstænkning bidrage til at *fokuserer på brede tværfaglige uddannelsesmål* og dermed give tværfagligheden i undervisningen bedre forudsætninger. Endelig kan man ved fastlæggelse af kompetencer som dækker læringsmål i hele uddannelsessystemet (med forskellig vægtning af de enkelte kompetencer på forskellige uddannelser og uddannelsesniveauer) bidrage til at skabe *mindre voldsomme overgangsproblemer mellem forskellige uddannelses-trin*.

Det skal påpeges at KOM-projektets kompetencebegreb og definitionen af scientific literacy i PISA-undersøgelsen tydeligvis deler en betydelig mængde tankegods; især hvad angår det handlingsorienterede element. Dette er baggrunden for at *naturvidenskabelig kompetence* er valgt som oversættelse af *scientific literacy* i den danske PISA-rapport (Andersen m.fl., 2001).

Endelig skal det nævnes at begrebet *handlekompetence* allerede fra slutningen af 80'erne blev bragt på banen i forbindelse med udviklingen af miljø- og sundhedsundervisningen. Begrebet blev introduceret som et retningsgivende element i problemstillinger vedrørende *politisk dannelse*, hvor sidstnævnte begreb dækker over behovet for opdragelse til demokrati. Handling er åbenlyst et central element og refererer til (forskel fra anden adfærd) til bevægelser, der er karakteriseret ved, at man er sig dem bevidst, og at de er reflekterede og målrettede (Schnack, 1993). Det er også væsentligt at notere sig inspirationen fra det kritisk-pædagogiske dannelsesbegreb. Handlekompetence

omfatter således også et element af kritik (af eksisterende diskurs), hvor "kritik" imidlertid ikke skal forstås som et spørgsmål om "at være imod", men som en parathed til ikke blot at interessere sig for fænomenernes fremtræden, men også til at analysere bagvedliggende strukturer, betingelser og forudsætninger (Schnack, 1993).

Faglighedsbegreber

Den nuværende undervisningsminister har fra begyndelsen af sin embedsperiode sat fagligheden i undervisningen øverst på sin uddannelsespolitiske dagsorden. På dette sted vil vi kort diskutere to faglighedsbegreber som vurderes at være relevante for debatten om fremtidens naturfaglige uddannelser, *kernefaglighed* og *naturfaglighed*.

Kernefaglighed: Dette begreb blev med stort held bragt i fokus med Undervisningsministeriets Uddannelsesredegørelse 2000 under den foregående regering (Undervisningsministeriet, 2000). Redegørelsen er en opfordring - ikke mindst til de videregående uddannelser - om at iværksætte seriøse udviklingsarbejder med det formål at udarbejde beskrivelser af fagenes kerner i uddannelsesmæssigt perspektiv. Kernefaglighedsprojektet er introduceret i erkendelse af, at vidensproduktionen inden for videnskabsfagene er så voldsom at der i uddannelsessammenhænge er brug for at gennemføre analyser af hvad fagenes kerner består i. Gøres dette ikke, men fortsættes med at tage udgangspunkt i en pensumtænkning der bygger på en forståelse af videnskabsfagene som en sum af vidensdomæner (som det femte perspektiv på naturvidenskab, se afsnittet ovenfor "Naturvidenskab"), vil man i stadig stigende omfang opleve problemer med stoftrængsel. Et andet argument for introduktionen af kernefaglighedsdiskussionen skal findes i det brede spektrum af analyser mv. der i 90'erne med udgangspunkt i karakteristika af samfundet som informations- eller videnssamfund fremhævede behovet for at uddanne med meget brede kompetencer i sigte; fx Kompetencerådets rapport fra 1999 (Kompetencerådet, 1999). Pointen i denne sammenhæng er at der nødvendigvis må blive "mindre plads" til det traditionelle

stof når eksempelvis lærings-, forandrings-, relations- og meningskompetence skal gøres til genstand for undervisning.

Kernefaglighedsbegrebet er problematisk på det naturvidenskabelige område fordi det rejser spørgsmål om hvor man søger "kernen". Er det i videnskabsfaget eller undervisningsfaget? Det giver ikke mening at gøre dette i forhold til undervisningsfaget, da der i givet fald ville være tale om at definere en egenskab ved undervisningsfaget med udgangspunkt i undervisningsfaget selv. Hvis man imidlertid laver en analyse af "kernen" med udgangspunkt i videnskabsfagene på det naturvidenskabelige område og lægger denne til grund for en konstruktion af undervisningsfaget - risikerer man da allerede fra starten at have lagt sig fast på en 1:1 relation mellem videnskabsfag og undervisningsfag?

Naturfaglighed: På trods af de problematiske aspekter i kernefaglighedsdiskussionen har arbejdsgruppen forsøgt at tage udfordringen fra Uddannelsesredegørelse 2000 op og komme med et bud på elementer i en naturfaglighed der kunne være sigtet med undervisning i naturfagene i den almene del af uddannelsessystemet. Dette bud tager udgangspunkt i et almindendannende formål med uddannelsen og i en multifacetteret forståelse af naturvidenskab som fremstillet ovenfor. Naturvidenskab forstås altså her bredt som en aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer samt som en imponerende mængde vel-etableret viden.

Elementer af en almindendannende naturfaglighed er:

- At kunne glædes ved, respektere og udvise ansvar over for naturen.
- At kende bærende ideer i dagens naturvidenskabelige verdensbillede - og nogle træk i dets historiske udvikling.
- At besidde og kunne trække på et vist niveau af almen, naturvidenskabeligt frembragt viden i relevante situationer.

- At forstå de metoder hvormed naturvidenskaber opnår viden og erkendelse, særligt betydningen af iagttagelse, eksperiment, model og den kvantitative tilgang.
- At forstå, respektere og værdsætte styrker og begrænsninger i naturvidenskabelige metoder, værdier, beviser og kendsgerninger.
- At kunne vurdere og bidrage til debatter om risici og erkendelsesetiske, moralske og politiske spørgsmål i forbindelse med de handlemuligheder naturvidenskab og teknologi tilbyder, herunder at kunne skelne mellem videnskabelig argumentation og værdimæssige vurderinger i dagsaktuelle socio-videnskabelige problemstillinger.
- At forstå den rolle naturvidenskab og teknologi spiller som elementer i udviklingen af vores kultur og velfærdssamfund, at kunne forholde og formulere sig kritisk til den samt at forstå og imødegå andres kritik af naturvidenskaberne.
- At kende til naturvidenskabernes plads i vor kulturarv, fx i en idéhistorisk og filosofisk sammenhæng.

Teknologi indgår i listen ovenfor fordi den eksisterer i kraft af og i samspil med både natur og naturvidenskab. Samspillet mellem naturvidenskabelig forskning og teknologi er så essentielt at det vil være et forfjelt billede at give af nutidens naturvidenskab hvis ikke der heri indgår teknologiaspekter. Som det fremgår af det efterfølgende kapitel har flere udviklingstendenser i moderne læseplanstænkning netop været centreret om koblingen mellem naturvidenskab, samfund og teknologi.

Afsluttende kommentarer

Som nævnt har arbejdsgruppen valgt kompetencebegrebet som udgangspunkt for sine diskussioner. Følgende centrale pointer ved kompetencebegrebet lå bag dette valg:

- Det handlingsorienterede element er stærkt vægtet.
- Kompetencebegrebet tilbyder en strukturering af fagområdet der kan fungere som et stærkt alternativ til de traditionelle stofområder og den deraf afledte pensumbaserede undervisning.

- “Paratheden til at handle” omfatter også paratheden til at reflektere kritisk over den eksisterende diskurs - og ens egen deltagelse heri (eksempelvis kritisk refleksion over naturvidenskabernes rolle som samfundsaktør).

I denne antologiske artikel 2 nuanceres kompetencebegrebets teoretiske grundlag og det mulige operationalisering i naturfaglig undervisning.

2 Internationale udviklingstendenser på naturfagsområdet

Der beskrives her tre af de seneste årtiers indflydelsesrige internationale naturfaglige læseplansudviklingsprojekter. De første to projekter er allerede fyldigt og grundigt beskrevet i (Arbeitsgruppen for fysik og kemi, 2002), og de to første afsnit i dette kapitel er omredigerede resumer heraf.

2.1 Beyond 2000

I 1998 udgav den engelske Nuffield Foundation rapporten *Beyond 2000* (Millar og Osborne, 1998) hvori en snes af Englands mest anerkendte naturfagsdidaktikere på baggrund af en række lukkede seminarer præsenterer en overordnet vision for naturfagsundervisningen på primært og sekundært niveau samt en række anbefalinger for den fremtidige læseplansudvikling. *Beyond 2000* har opnået udbredt international anerkendelse og spiller en væsentlig rolle for udviklingen af nationalt science curriculum i England.

Anledningen til projektet var den stadig voksende bekymring i de forudgående tyve år for om naturfagsundervisningen i mål og indhold i grundskolen (5-16 år) er i overensstemmelse med den virkelighed børn og unge lever i. Formålet med seminarerne var at diskutere og overveje hvordan naturfagsundervisningen i UK kan forberede unge mennesker til et liv i det 21. århundrede.

I *Beyond 2000* påpeges misforholdet mellem på den ene side indhold og form i den nuværende undervisning og på den

anden side behov og interesser hos unge mennesker der bliver fremtidens samfundsborgere. Trods forskellige reformer i de senere årtier er naturfagsundervisningen i indhold og mål stadig fastlåst på grundlaget fra 1960'erne hvor den primære tanke var at sikre en forberedelse af eleverne til faste, livslange stillinger. Undervisningens primære formål dengang var at skabe en base for en fremtidig rekruttering af naturvidenskabsfolk og ingeniører i en periode præget af tillid til naturvidenskabens og teknologiens velsignelser for hele samfundet.

I dag rækker indlæring af objektive og værdifrie naturvidenskabelige love, regler og begreber ikke. Den hurtige teknologiske udvikling og globaliseringen har gjort det nødvendigt for den enkelte at have kendskab til naturvidenskab ud fra anderledes interesser og behov. Det er nu forandringer i folks dagligdag, nye krav på arbejdspladsen, politiske emner og spørgsmål om risici og sikkerhed, der skal begrunde en naturfagsundervisning som henvender sig til *alle* elever.

Der lægges i Beyond 2000 vægt på de forandringer der er sket i forholdet mellem offentlighed og naturvidenskab i de seneste tredive år. Til forskel fra begyndelsen af 1960'erne forholder offentligheden sig i dag til både positive og negative sider af den naturvidenskabelige og teknologiske udvikling. Naturvidenskabelig og teknologisk viden og information er ikke længere entydig, og for at kunne deltage i det politiske liv i et samfund der i stigende grad er præget af naturvidenskab og teknologi, har den enkelte borger brug for nye kompetencer. Skal demokratiet fortsat være sundt og levende, må naturvidenskab og teknologi i en eller anden form indgå i en bred almen uddannelse der kan give den enkelte interesse og selv-tillid til på kritisk vis at deltage i politik og samfundsdebat.

Positive og negative konsekvenser følger af den massive anvendelse af naturvidenskab og teknologi overalt i samfundet. Journalister og eksperter underbygger deres udtalelser for og imod bestemte teknologier med naturvidenskabelig viden. For borgere og politikere er det vanskeligt at finde et naturvidenskabe-

ligt udsagn der entydigt og endeligt kan afslutte en debat og begrunde en politisk beslutning i forbindelse med anvendelse af en bestemt teknologi.

Beyond 2000 giver en vision om en naturfagsundervisning for *alle* børn og unge, hvor målet er, at den skal forberede dem til et engageret og meningsfuldt liv i fremtiden. Rapportens mange anbefalinger for en sådan undervisning skal samlet betragtes som en platform fra hvilken et mere relevant indhold og forandrede undervisningsformer i naturfagene kan udspringe.

Scientific literacy skabes ved at undervise efter en læseplan der har følgende mål:

- at støtte og udvikle børns og unges nysgerrighed over for deres naturgivne og menneskeskabte omverden og opbygge selvillid til egne evner til at undersøge, hvorledes den opfører sig. Undervisningens indhold skal skabe en følelse af forundring, begejstring og interesse for naturvidenskab så unge føler sig tillidsfulde og kompetente til at engagere sig i naturvidenskab og teknologi.
- at hjælpe børn og unge til at opnå en bred og generel forståelse af naturvidenskabens vigtige ideer og forklaringsmodeller, og hvordan man foretager en undersøgelse - forhold som har haft stor indvirkning på vore materielle omgivelser og på vores kultur i almindelighed - så de er i stand til:
 - at forstå og værdsætte betydningen af disse ideer og modeller;
 - at forstå og værdsætte begrundelser for beslutninger (fx vedrørende ernæring, medicinsk behandling eller energiforbrug) som de måtte ønske eller blive tilrådet at foretage både nu og senere i livet;
 - at forstå og forholde sig kritisk til medierapporter om forhold med naturvidenskabeligt indhold;
 - at have og udtrykke en personlig mening om forhold med naturvidenskabeligt indhold som bliver politiske emner og måske selv blive aktivt involveret i nogle af disse;

- at erhverve sig yderligere viden når det er nødvendigt, enten af interesse eller af erhvervsmæssige grunde.

Rapporten opsamler en række kontante anbefalinger for naturfagsundervisningen:

- Læseplanen for de 5-16 årige skal sigte mod at tilvejebringe scientific literacy (se ovenfor).
- Der er behov for at strukturere læseplanen for de højeste klassetrin, de 14-16-årige så den her differentierer mere eksplicit mellem de elementer i den som er designet med det formål at øge elevernes scientific literacy, og de elementer som introducerer til en mere målrettet uddannelse i naturvidenskab, således at behovet for det sidste ikke kommer til at forvrænge det første.
- Læseplanen skal indeholde en klar fremstilling af sine mål: gøre klart hvorfor det betragtes som værdifuldt for alle elever at lære naturvidenskab, og hvad de skal opnå gennem oplevelsen. Målene skal være klare og letfattelige for lærere, elever og forældre. Målene skal være realistiske og opnåelige.
- Læseplanen skal fremstå klar og enkel og dens indhold skal følge af de fremsatte mål (se ovenfor). Naturvidenskabelig indsigt introduceres bedst vha. et antal af naturvidenskabens store fortællinger.
- Aspekter af teknologi og videnskabelige anvendelser skal inkorporeres i læseplanen.
- Eleverne skal opnå forståelse for nogle af grundideerne i naturvidenskab - dvs. ideer om måderne på hvilke pålidelig viden om naturen er blevet - og bliver - opnået. Evalueringsformer skal opmuntre lærerne til at fokusere på elevernes evne til at forstå og fortolke naturvidenskabelig information og til at diskutere kontroversielle emner - ligesåvel som på elevernes viden og forståelse af naturvidenskabelige ideer.
- Der skal etableres en formel procedure hvor innovative tilgange til naturvidenskabelig undervisning afprøves i et begrænset omfang, på en repræsentativ række af skoler og i en afgrænset periode. Disse innovationer skal evalueres, og resultatet heraf bruges til efterfølgende ændringer på nationalt plan.

Rapportens måske mest markante udmeldinger handler om *hvem* undervisningen for 5-16 årige skal tilrettelægges med hensyn til. Her er ingen slinger i valsen når det fastslås at (Beyond 2000, 1998, kap. 4):

It is our view, that the enormous impact of the products of science on our everyday lives, and of scientific ideas on our common culture, justify the place of science as a core subject of the school curriculum, studied by all people from 5 to 16.

Forfatterne tager den fulde konsekvens af dette synspunkt og kommer med en modig og klar udmelding som gør op med årtiers grundlæggende problem i de almindennende uddannelsers naturfagsundervisning (i såvel England som Danmark), nemlig på samme tid at ville tilrettelægge undervisningen med udgangspunkt i såvel alles behov som i de fås behov:

... the 5-16 science curriculum will be an end in itself, which must provide both a good basis for life-long learning and a preparation for life in a modern democracy. Its content and structure must be justified in these terms, and not as a preparation for further, more advanced study.

Ifølge Beyond 2000 skal samfundets behov for unge der vælger naturvidenskabelige og tekniske studier, naturligvis også tilgodeses. Dette skal imidlertid ske ved at gøre en ekstra indsats for denne gruppe fra det fjortende år, mens kræfterne for de 5-14 årige skal lægges i at gøre naturfag til en sag for alle.

2.2 Om Project 2061

Project 2061 er et ambitiøs amerikansk K-12-projekt⁷, som har rødder helt tilbage til en rapport udgivet i 1983 af The National Commission on Excellence in Education med den alarmende titel *A Nation at Risk: The Imperative for Educational*

7) K-12 er betegnelsen for uddannelsesspændet mellem det amerikanske Kindergarten og 12th grade, altså hvad vi Danmark ville kalde grundskolen og ungdomsuddannelserne.

Reform. Rapporten forsøgte på at bidrage til en forståelse af det daværende USA's dårlige økonomi og på at forklare hvorfor så få søgte uddannelser inden for de naturvidenskabelige, teknologiske og matematiske områder. Uddannelser inden for disse områder bliver traditionelt anset for at danne grundlaget for en god økonomi. I rapporten blev problemer i økonomien og manglen på ingeniører kædet sammen med grundlæggende problemer i de primære og sekundære niveauer i undervisningssystemet.

Kommissionen advarede mod en national krise i USA's undervisningssystem og opfordrede indtrængende til at reformere systemet. Dets faldende standard blev anset for at være hovedårsagen til at USA's førerposition inden for handel, industri og teknologiudvikling var blevet overtaget af andre nationer rundt omkring i verden. Rapporten gik så langt som til at sammenligne situationen med en krigstilstand.

Kommissionens bekymring rakte imidlertid videre end til de samfundsøkonomiske problemer. Den drejede sig også om hvorvidt den enkelte amerikaner ville være i stand til at leve et meningsfuldt liv i fremtidens samfund, og om han eller hun ville kunne bidrage til at styre landet. Uden en høj standard inden for undervisningssystemet ville fremtidens amerikanere ikke kunne udnytte de mange muligheder, og de ville heller ikke være i stand til på demokratisk vis at komme til en fælles forståelse af og finde fælles løsninger på de mange samfundsmæssige problemer af voksende kompleksitet som udviklingen også ville skabe.

Som en direkte følge af *A Nation at Risk* tog the American Association for the Advancement of Science (AAAS) i 1985 initiativ til et projekt som skulle reformere læseplan og undervisning i naturvidenskab, matematik og teknologi. Amerikanernes uvidenhed inden for disse tre områder blev beskrevet som mangel på scientific literacy.

AAAS nedsatte en projektgruppe som fik til opgave at angive

retningslinier for hvordan undervisning kan skabe mening hos børn og unge, få dem til at tænke kritisk og selvstændigt og til at leve et interessant, ansvarsbevidst og produktivt liv i en kultur som i stigende grad formes af naturvidenskab og teknologi. Med andre ord var gruppens opgave at bestemme hvad næste generation af amerikanere skulle vide og kunne i naturvidenskab, matematik og teknologi for at de kunne betegnes som “scientific literate”.

Halley's komet var synlig på nattehimlen på daværende tidspunkt, og projektdeltagerne prøvede at forestille sig hvilke teknologiske forandringer et barn født i 1985 ville opleve inden kometen kom tilbage i 2061. Reformprojektet blev døbt Project 2061 for derved at understrege at en meningsfuld undervisningsreform bør være langsigtet.

Project 2061 arbejder ud fra fire grundlæggende retningslinjer:

1) *“The ends come first”*

Inden man går i gang med at undervise i børnehaveklassen, skal det være klargjort hvad eleverne forventes at have af viden og færdigheder når de forlader skolen 13 år senere. Undervisning i naturvidenskab, matematik og teknologi i de mellemliggende år skal sikre at eleverne opnår et vist niveau af scientific literacy når de forlader skolen. Indholds-overvejelser tager udgangspunkt i en vurdering af om størstedelen af eleverne faktisk er i stand til at (nå at) tilegne sig det pågældende stof.

2) *“Quality, not quantity”*

Det er en fundamental præmis ved Project 2061 at skolerne ikke skal have instruks om at undervise i mere og mere indhold/pensum for at dygtiggøre eleverne, men i stedet søge ind til kernen. Der argumenteres for at pensum og meget undervisningsmateriale i naturvidenskab indeholder for mange emner og for meget af sidste nyt inden for naturvidenskab og teknologi. Færre, men centrale emner skal give elever og lærere tid og muligheder til at fordybe sig i de

enkelte emner. Der argumenteres altså her på samme måde som ved introduktionen af kernefaglighedsbegrebet (s. 40); den til stadighed forøgede naturvidenskabelige viden og fokuseringen på nye kompetencer fordrer at “der skæres ind til benet”.

3) “*Nothing is simple*”

Ud fra en erkendelse af at undervisningssystemet er et komplekst system med en tendens til at fastholde sine traditioner og normer, fastslår Project 2061 at reformer skal undbygges med råd og vejledning og referencemateriale til de implicerede parter så systemet ikke falder tilbage til tiden før reformen. En undervisningsreform drejer sig ikke kun om ændring af undervisningens mål, indhold og form, men involverer også læreruddannelse, evalueringsformer, lokal skolepolitik, forældre og erhvervsliv.

4) “*Teachers are central*”

En levende og inspirerende undervisning kan kun udføres af læreren. Uden hans/hendes ideer, forslag og vurderinger bliver reformplaner kun øvelser for fantasien. Lærerne er nøglen til fremtidens skole. De kan skabe den, men kun hvis de har mulighederne derfor. Lærere skal derfor have arbejdsro og tid til diskussioner og kurser. De skal have referencemateriale, rejsemidler og akademiske samarbejdspartnere. De skal også have “redskaber” til at kunne designe undervisningsplaner og give dem indhold.

Den første udmelding fra Project 2061 kom i en rapport fra 1989, med titlen *Science for All Americans* (American Association for the Advancement of Science, 1989). Den publikations hovedformål er at danne en begrebsmæssig basis for reformprojektet ved at identificere og beskrive den scientific literacy, som *alle* elever bør have opnået som en konsekvens af deres samlede skoleoplevelser i naturvidenskab, matematik og teknologi på det tidspunkt hvor de forlader det sekundære uddannelsesniveau.

Scientific literacy omfatter - udover at opnå viden og færdigheder inden for naturvidenskab, matematik og teknologi - også værdier, holdninger, personlige indsigter i egen læring og måder at tænke og agere på (habits of mind). De basale dimensioner i scientific literacy fremhæves som:

- at være fortrolig med den naturbundne verden og forstå både dens mangfoldighed og dens helhed,
- at forstå nogle af de vigtige måder hvorpå naturvidenskab, matematik og teknologi afhænger af hinanden,
- at forstå naturvidenskabens nøglebegreber og principper,
- at have evne for naturvidenskabelig tænkemåde,
- at forstå at naturvidenskab, matematik og teknologi er menneskeskabte projekter; og have forståelse for hvad det betyder for deres styrker og begrænsninger og
- at kunne anvende naturvidenskabelig viden og tænkemåde til individuelle og samfundsrelaterede formål.

Behandlingen af det naturvidenskabelige område i *Science for All Americans* adskiller sig fra mere traditionelle analyser på to punkter. For det første søges grænser mellem delemner opblødt, og *forbindelserne* er vægtlagt. For det andet søges mængden af detaljer som det forventes at elever skal beherske, begrænset, og der lægges i stedet mere vægt på ideer, begreber og ræsonnementer. Der anbefales at medtage emner som normalt ikke optræder i (de amerikanske) skolars læseplaner: det naturvidenskabelige projekts natur, relationer og vekselvirkning mellem naturvidenskab, matematik, teknologi og samfund, viden om de vigtigste episoder i naturvidenskabens og teknologiens historie; samt de vigtigste begrebsmæssige temaer som karakteriserer næsten al videnskabelig tænkning.

2.3 STS-bevægelsen

Det er ikke en simpel sag at beskrive STS-bevægelsen og dens indflydelse på den internationale læseplanstænkning på "science-området". Der er, i modsætning til Projekt 2061 og Beyond 2000, ikke tale om et veldefineret, målrettet og afgrænset læseplansprojekt. Der er derimod netop tale om en ikke-formalise-

ret bevægelse som er udsprunget af diskussioner i 1960'erne inden for naturfagsdidaktiske og videnskabssociologiske kredse (Solomon og Aikenhead, 1994), og som siden i kraft af gennemførelse af en lang række forsøgsundervisningsprogrammer har bidraget til at etablere mange af de centrale elementer i moderne naturfagsdidaktisk tænkning. Der gives i denne sammenhæng en kortfattet beskrivelse af centrale STS-elementer og læseren henvises for yderligere diskussioner til de to antologier (Solomon og Aikenhead, 1994; Kumar og Chubin, 2000).

Det helt overordnede didaktiske udgangspunkt er at naturvidenskab, teknologi og samfund (Science, Technology, and Society - heraf akronymet STS) skal ses i sammenhæng. Fokus i de utallige dokumenterede STS-programmer som ikke mindst præger det nordamerikanske uddannelsessystem, dækker imidlertid et bredt spektrum fra miljøspørgsmål, etiske problemstillinger til erhvervsliv og politiske beslutningsprocesser (Kumar og Chubin, 2000).

I en nylig status over de seneste års erfaringer inden for (nordamerikansk) STS-undervisning fremhæver Altschuld og Kumar følgende fire overordnede formål:

- *(to) prepare students to use science for improving their own lives and as a corollary to be able to better understand and cope with an increasingly technological society;*
 - *(to) enable students as the progress through life to deal in a responsible manner with technology-society issues;*
 - *(to) identify a body of knowledge that would enable them to deal with science-technology-society issues;*
 - *(to) acquire knowledge and understanding about career opportunities in the field*
- (Altschuld og Kumar, 2000).

Tankegangen kan siges at være at elevers arbejde med undersøgelse af aktuelle naturvidenskabeligt og teknologisk tunge samfundsmæssige problemstillinger skal øge opmærksomheden på og forståelsen af samspillet mellem de mange sociale, tekni-

ske, politiske og økonomiske faktorer der indgår i sådanne problemstillinger. Der ligger endvidere en tydelig elevcentreret tankegang i STS-filosofien - eget valg af problemformuleringer øger motivationen for at dykke ned i sagens indhold.

En række af de tanker der karakteriserer STS-bevægelsen har også haft stor indflydelse på udviklingen af dansk naturfaglig undervisning. Den tværfaglige og ikke-videnskabscentrerede, problemorienterede projektundervisning på Roskilde Universitetscenter er et tidligt eksempel herpå. Ligeledes er indførelsen af faget natur/teknik i folkeskolen i international sammenhæng blevet fremhævet som et eksempel på at et land i en national læseplan har "turdet" realisere et fuldblods STS-program (Fensham, 2002).

2.4 Opsamling på Beyond 2000, Project 2061 og STS

De tre ovenfor beskrevne projekter repræsenterer en række udviklingstendenser i de seneste årtiers læseplanstænkning på naturfagsområdet. Nogle af disse er fremhævet i følgende korte resumé hvor de manglende nuancer og den generaliserede internationale kontekst skal holdes i baghovedet ved læsningen.

- **"Science for all":** Det er af afgørende betydning for et moderne naturvidenskabeligt og teknologisk præget (risiko)samfund at alle borgere opnår en betydelig grad af naturfaglig kompetence med henblik på at kunne deltage i demokratiske processer, handle i forhold til eget liv og forstå den verden de lever i. Dette formål er så vigtigt at et samtidigt ønske om at uddanne et mindretal af befolkningen til en teknisk/naturvidenskabelig karriere ikke må ligge til hindring for dets opfyldelse (dette er understreget i Beyond 2000).
- **Fokus på samspil med teknologi og samfund:** Teknologiu udvikling er et så betydningsfuldt element i samfundsudviklingen og koblingen til det naturvidenskabelige område er så stærk at teknologi- og samfundsaspekterne i vid udstrækning må integreres i naturfagsundervisningen.

- **Fagintegration:** I overvejende almindennende uddannelser må man med udgangspunkt i naturfagernes rolle som betydningsfuld bidrage til uddannelse til medborgerskab i videre udstrækning end tidligere arbejde med at integrere de enkelte undervisningsfag på naturfagsområdet.
- **Læseplaner hænger fast i gammeldags tænkning:** Læseplaner hænger i vid udstrækning fast i traditionelle og ikke-holdbare forståelser af naturvidenskab og naturvidenskabelige discipliner samt af pædagogiske forhold som læring og undervisning.
- **Udvikling af læseplansredskaber:** Såvel Projekt 2061 som Beyond 2000 lægger vægt på at de teoretiske overvejelser om naturfagernes indhold og form ikke i sig selv kan føre til en radikal ændring af undervisningspraksis. For at sikre dette skal teoretisk arbejde og læseplansudviklinger følges op af kvalificerede udviklinger af forskellige former for redskaber, der reelt gør naturfagsunderviserne i stand til at ændre deres praksis. I en dansk undervisningskontekst kunne sådanne redskaber eller initiativer omfatte etablering af et korps af naturfagskonsulenter, der kan bidrage til udvikling af den lokale naturfaglige uddannelseskultur, til introduktion af nye undervisnings- og evalueringsformer og til formulering af lokale læseplaner og lignende. Undervisningsmaterialer, som lever op til moderne forståelser af læring, undervisning og naturvidenskab som genstand for uddannelse samt til mål- og formålsbeskrivelser i nationale læseplaner, repræsenterer et andet område, hvor der er behov for massivt at støtte en positiv udvikling.

3 Referencer

Altschuld, J. W., & Kumar, D. D. (2000). Thoughts about the evaluation of STS - more questions than answers. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, Technology, and Society - A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on goals in science, mathematics and technology*. Washington DC: AAAS.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Washington DC: AAAS.

Andersen, A. M., Egelund, N., Jensen, T. P., Krone, M., Lindenskov, L., & Mejding, J. (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, Danmarks Pædagogiske Universitet og Socialforskningsinstituttet.

Andersen, N., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.

Arbejdsgruppen for fysik og kemi. (2002). *Fysik og kemi - Naturvidenskab-for-alle*. København: Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K., & Schnack, K. (1999). *Handlekompetence, interessekonflikter og miljøundervisning - MUVIN-projektet*. Odense Universitetsforlag.

Dohn, A.-M. (2002, 21. februar). Forsker: Folkeskolens naturfag er en katastrofe. *Jyllands-Posten*, pp. 16.

Fensham, P. J. (2002). Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(Januar 2002), 9-24.

Hansen, T. B., Nielsen, K. H., Troelsen, R. P., & Winther, E. (2001). *Naturvidenskab - dannelse og kompetence*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Jyllands-Posten. (2002, 22. februar). Naturkatastrofe. *Jyllands-Posten*, pp. 10.

Kompetencerådet. (1999). *Kompetencerådets rapport 1999*. København: Kompetencerådet - Strategisk Forum Mandag Morgen.

Kruse, S. (2002). *Naturoplevelsernes didaktik - iagttagelser af de iscenesatte naturoplevelser med naturvejledning som eksempel*. Unpublished Ph.d., Danmarks Pædagogiske Universitet, København.

Kumar, D. D., & Chubin, D. E. (Eds.). (2000). *Science, Technology, and Society - A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Laursen, P. F. (1994). Dannelsens genopstandelse. In K. Schnack (Ed.), *Fagdidaktik og Dannelse - i et demokratisk perspektiv* (Vol. 10): Danmarks Lærerhøjskole.

Millar, R., & Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000*: Nuffield Foundation.

Nielsen, H., & Nielsen, K. (2002, d. 15.-19. juni). *Perspektivet må udvides: Hvis de skal være almendannende, må de hårde naturfag inddrage videnskabs- og teknologihistorie!* Paper presented at Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen, Kristianssand.

Niss, M., & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18-2002. Undervisningsministeriet.

Schnack, K. (1993). Handlekompetence og politisk dannelse. In B. B. Jensen & K. Schnack (Eds.), *Handlekompetence som didaktisk begreb*. København: Danmarks Lærerhøjskole.

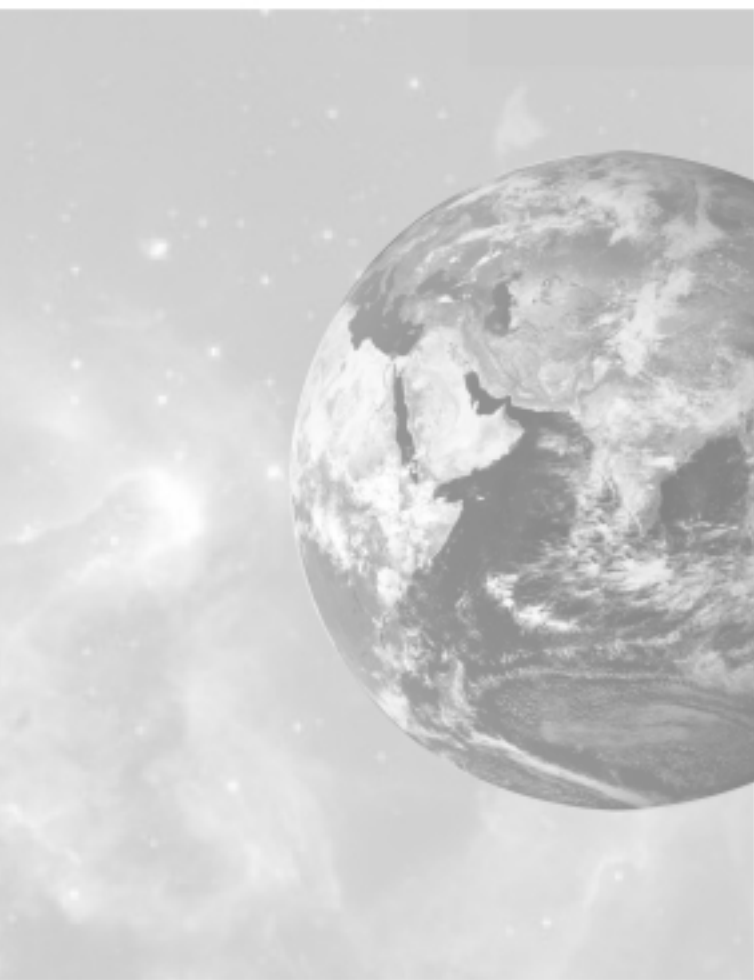
Schnack, K. (1994). Dannelse som et pædagogisk perspektiv. In K. Schnack (Ed.), *Fagdidaktik og Dannelse - i et demokratisk perspektiv* (Vol. 10): Danmarks Lærerhøjskole.

Solomon, J., & Aikenhead, G. (Eds.). (1994). *STS Education. International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

Undervisningsministeriet. (1995a). Faghæfte - Fysik/kemi (Vol. 16): Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen.

Undervisningsministeriet. (1995b). Faghæfte - Geografi (Vol. 14): Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen.

Undervisningsministeriet. (2000). *Uddannelsesredegørelse 2000*. København: Undervisningsministeriet.



En kompetencebeskrivelse af naturfagene

Af Jens Dolin, Lars Brian Krogh & Rie Troelsen

Formålet med denne artikel er at give et bud på hvad der kan forstås ved en kompetencebeskrivelse af naturfagene, hvorledes en sådan kan bygges op, og hvilket potentiale en kompetence-tilgang har til at kunne ændre undervisningen i disse fag. Vi har ingen forestilling om at vi i den begrænsede tid og med de begrænsede ressourcer vi har haft til rådighed, har kunnet give en fyldestgørende redegørelse for disse forhold, men artiklen kan ses som et forsøg på at afdække feltet og sætte dets forskellige aspekter i relation til hinanden.

Vi har valgt i kapitel 1 at kontekstualisere kompetencebegrebet både tidsligt, geografisk og begrebsmæssigt. Det er nyttigt for at kunne vurdere begrebets anvendelsesområde og dets medbetydninger, og det er nødvendigt hvis det skal kunne relateres til udenlandske beskrivelser af naturfagene, især det i angelsaksiske lande meget udbredte literacy-begreb.

Kompetencer er i vores sammenhæng knyttet til undervisning, og det er derfor vigtigt at belyse hvorledes de kan læres, og hvorledes man kan forestille sig progression med hensyn til kompetencer. Dette er et afgørende grundlag for undervisning og evaluering af kompetencer. Disse aspekter udfoldes i kapitel 2.

I kapitel 3 forsøger vi at tilpasse de udstukne rammer til naturfagene. Vi indkredser de specifikt naturvidenskabelige kompetencer og diskuterer i hvilket omfang der er en arbejdsdeling mellem naturfagene. Desuden giver vi nogle kriterier for indholdsbestemmelse.

Kapitel 4 er en konkretisering af hvorledes en kompetence-baseret undervisning kan tænkes at foregå. Vi har valgt i case-form at vise nogle eksempler på kompetenceopbyggende

undervisningsforløb fra forskellige niveauer og områder i det danske uddannelsessystem.

Kapitel 1 og 2 kan således betragtes som baggrundstof for de overvejelser der gøres om kompetencebegrebets udmøntning i naturfagene i de resterende kapitler. Kapitel 3 og 4 er derimod møntet på den konkrete naturfaglige undervisningssituation og dens anvendelse af kompetencebegrebet.

1 Hvad er kompetencer?

Kompetencer som beskrivelseskategorier for undervisningsmål er kommet relativt sent ind i uddannelsessystemet som en konsekvens af den modernisering af den offentlige sektor som tog fart i starten af 1980-erne. Der er tale om internationale tendenser med betegnelser som New Public Management og Human Ressource Management. Hovedsigtet var at begrænse de offentlige udgifter og effektivisere den offentlige sektor ved at tilpasse denne den private sektors rationaler. Privatisering, outputstyring, resultatløn etc. blev herigennem også centrale begreber for uddannelsessektoren.

Samtidig betyder overgangen fra industri- og servicesamfundet til informationssamfundet at viden forældes hurtigere og hurtigere, hvorfor der i undervisningssystemet må ske et skift i fokus fra konkret viden til evnen til at beherske processer og en øget vægt på almene, personlige og sociale egenskaber. Der lægges ligeledes vægt på livslang læring. Kompetencebegrebet skal bære begge disse overordnede udviklingstendenser og på samme tid kunne opfange uddannelsessystemets traditionelle værdier af mere civilisatorisk art. Set i dette lys er forskellige institutioners og politiske aktørers brug af kompetencebegrebet et led i en (politisk) omformning af uddannelsessystemet.

1.1 International brug

Kompetencer opfattes i arbejdsmarkedssammenhænge som en evne til at kunne udføre en opgave og bedømmes ved at demonstrere handlen i en række konkrete kontekster, sammen-

holdt med et sæt åbne og anerkendte kriterier. Et typisk eksempel er Mansfield og Mathews' "Job Competence Model" (Mansfield & Mathews, 1985) der opererer med fire komponenter i en kompetence:

- *det at kunne styre en opgave*
- *de evner og færdigheder opgaven kræver*
- *at kunne relatere og styre opgaven i forhold til omgivelserne*
- *at kunne klare det uforudsete.*

Denne arbejdsmarkedsrelaterede opfattelse af kompetencer er blevet udstrakt til at omfatte hele den menneskelige tilværelse. Et eksempel som har haft stor international gennemslagskraft er OECDs arbejde med at udvikle et sæt af kompetencer som skulle dække de for mennesket nødvendige "livsfærdigheder". En af pointerne i arbejdet er at forsøge at indfange det ønskede output fra uddannelserne, det som eleverne og de studerende skal kunne gøre. Man søger at definere de kompetencer som en person i større eller mindre grad skal være i besiddelse af for at kunne leve op til de udfordringer som vedkommende møder i arbejds-, samfunds- og privatlivet. Det foregår i det såkaldte DeSeCo-udvalg (Definition and Selection of Competencies)⁸ som har valgt at definere kompetence som evnen til at møde krav af en høj grad af kompleksitet. Kompetence omfatter såvel viden, færdigheder, strategier og rutiner som egnede følelser og holdninger samt effektiv selvstyring af disse kompetencer. Endelig skal disse kompetencer være mulige at lære.

Uddannelsessystemet skal i større eller mindre grad bidrage til alle de kompetencer som anses for vigtige, men der er i international sammenhæng især lagt vægt på literacy-kompetencen.

1.2 Literacy

Literacy-begrebet har for naturfagene specielt fået betydning gennem PISA-projektet (Programme for International Student

⁸) Se mere om udvalget og deres arbejde på
http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber15/deseco/

Assessment), der administreres af OECD (OECD, 1999). Her igennem måles 15-åriges "livsfærdigheder" inden for læsning, matematik og naturfag. Denne "literacy" defineres som den viden, forståelse og de færdigheder, der er nødvendige for at kunne fungere effektivt i dagligdagen. Vægten ligger på at måle de evner som er nødvendige for at kunne leve et hverdagsliv og kunne deltage i de demokratiske processer. Det er således et begreb der ligger tæt op ad kompetencebegrebet, og som samtidig forsøger at tage dannelsesmæssige hensyn. Der findes ikke noget helt dækkende dansk begreb, men dets vægt på funktionalitet i hverdagssammenhænge peger i retning af *duelighed*. Interessen fra OECD's side i at måle og sammenligne denne duelighed på tværs af lande er født af ønsket om at skabe større viden om hvad man får ud af uddannelsesinvesteringerne, og at kunne se hvor man skal sætte ind for at skabe forbedringer.

Scientific literacy

Vi vil her specielt omtale scientific literacy begrebet og dets udvikling (ud fra (Laugksch, 2000)). Udtrykket blev først brugt i slutningen af 1950'erne, og i midten af 1970'erne pegede en gennemgang af litteraturen om scientific literacy på at følgende syv dimensioner indgik i forskellige opfattelser af begrebet:

- I. The scientifically literate person understands the nature of scientific knowledge.*
- II. The scientifically literate person accurately applies appropriate science concepts, principles, laws, and theories in interacting with his universe.*
- III. The scientifically literate person uses processes of science in solving problems, making decisions, and furthering his own understanding of the universe.*
- IV. The scientifically literate person interacts with the various aspects of his universe in a way that is consistent with the values that underlie science.*
- V. The scientifically literate person understands and appreciates the joint enterprises of science and technology and the inter-*

relationship of these with each other and with other aspects of society.

- VI. *The scientifically literate person has developed a richer, more satisfying, more exciting view of the universe as a result of his science education and continues to extend this education throughout his life.*
- VII. *The scientifically literate person has developed numerous manipulative skills associated with science and technology. (Laugksch, 2000, s. 76).*

Nogle af dimensionerne kan synes noget højstemte, og det normative indhold kan virke stødende. Et er jo fx at forstå naturvidenskabelige forhold, et andet er at værdsætte det (pkt. V) eller synes det er spændende (pkt. VI). Der fornemmes desuden en meget traditionel opfattelse af naturvidenskab bagved, hvor naturvidenskab anses for havende nogle specielle (almene, neutrale) værdier (pkt. IV).

Opfattelsen af scientific literacy blev efterhånden op gennem 1980'erne og 90'erne tilpasset en mere nøgtern videnskabsfilosofi og uddannelsessystemets krav til de unge, så i de fleste fremstillinger samles definitionen om tre kategorier:

- I. Viden om og forståelse af centrale naturfaglige begreber og udtryk (naturfaglig viden)
- II. Forståelse for hvorledes naturfagene arbejder (viden om naturfagernes processer, viden om naturfagene)
- III. Opmærksomhed på og viden om samspillet mellem naturfag, teknologi og samfund.

Beherskelsen af en vidensmængde og denne videns metaperspektiver er blevet udvidet til også at medtage de kontekster som denne viden skal kunne anvendes på, og en intention om at ville bruge den, dvs. et spektrum af målrettede og affektive faktorer. Således definerer PISA-projektet scientific literacy som:

“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to

identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.” (OECD, 1999, s. 60).

Da naturvidenskaben er tæt forbundet med teknologi, vil evnen til at kunne handle inden for et naturvidenskabeligt felt i høj grad også afhænge af en vis grad af teknologisk indsigt. Mange taler derfor om *Scientific and Technological Literacy (STL)*:

“... people are ‘scientifically and technically literate’ when their knowledge gives them a certain autonomy (the possibility of negotiating decisions without undue dependency with respect to others, while confronted with natural or social pressures); a certain capacity to communicate (finding ways of getting one’s message across); and some practical ways of coping with specific situations, and negotiating over outcomes.[...]The concept of scientific and technological literacy therefore refers to a degree of empowerment of the individual, not to some definitely acquired and specific skill.” (Fourez, 1997, s. 906).

For at opnå dette skal den lærende udøve naturvidenskabelig praksis:

“This approach assumes that the most important aspect in teaching STL is not so much overcoming a ‘cognitive deficit’ as achieving a certain level of interaction with scientific practices, as these occur in society.” (Fourez, 1997, s. 911).

En sådan undervisning stiller til gengæld en række krav til læreren som der ikke stilles i traditionel naturfagsundervisning:

“What Kind of Training do STL Teachers Need?”

- *A solid background in epistemology*
- *The successful completion of an integrated interdisciplinary project at least once in a lifetime*

- *The necessity to think in a technological way*
 - *Learning how to participate in the present debate*
 - *Some knowledge of the history of science and technology.*”
- (Fourez, 1997, s. 926f).

I sin artikel opridser Fourez hvorledes det at undervise med henblik på opnåelse af STL, medfører en række konsekvenser for undervisningens gennemførelse. Nogle af disse er integreret i vores skema, kapitel 4.

1.3 Kompetencebeskrivelser i Danmark

I Danmark var det erhvervslivets trendsættende talerør, Huset Mandag Morgen, som fik de generelle kompetencer på dagsordenen ved i 1998 at etablere Kompetencerådet med en vision om at finde og afdække betingelser for kompetencemiljøer i verdensklasse. Kompetencerådet formulerede fire grundlæggende kompetencer som skulle indgå i et nationalt kompetenceregnskab, nemlig læringskompetence, forandringskompetence, relationskompetence og meningskompetence (Kompetencerådet, 1999). Det senere tilkomne Nationale Kompetence Regnskab, har overtaget DeSeCos 10 kernekompetencer.⁹ Det drejer sig om:

- *Social kompetence*
- *Literacy*
- *Læringskompetence*
- *Kommunikationskompetence*
- *Selvledelseskompetence*
- *Demokratisk kompetence*
- *Miljø- og naturkompetence*
- *Kulturel kompetence*
- *Kreativ og innovativ kompetence*
- *Helbreds- og kropskompetence.*

9) På webstedet www.nkr.dk kan man læse en dansk oversættelse af disse samt en række artikler som udfolder de enkelte kompetencer.

Mange andre har udformet beskrivelser af hvad de mener man har brug for for at kunne begå sig i tilværelsen. Her skal specielt nævnes et psykologisk grundet forsøg på at bestemme de for den enkelte nødvendige egenskaber udarbejdet af Jan Tønnes Hansen (Tønnes Hansen, 1998). Han udvikler fire tilværelseskompetencer der er grundlaget for en kvalificeret selvbestemmelse betinget af et balanceret forhold mellem kognition, psykodynamik, emotionalitet og handleevne.

Inden for uddannelsessektoren kan den fokus på læreprocesser, metakognition, refleksion, udvikling af personlige kvalifikationer etc. som prægede 1990'erne ses, som et udtryk for at elevernes evne til at lære, til at kunne styre deres læreprocesser og til at kunne bruge det lærte i relevante kontekster kom i centrum. Der var tale om at fremme kompetencer før begrebet vandt indpas. Et typisk eksempel er Undervisningsministeriets publikation fra 1996: *Udvikling af personlige kvalifikationer i uddannelsessystemet*. I publikationen slås fast hvorledes samfundets "... udviklingstendenser sætter fokus på de brede personlige kvalifikationer hos den enkelte. Det drejer sig især om kvalifikationer som evne til problemløsning, samarbejds- og kommunikationsevne, samt ikke mindst de mere holdningsprægede personlige kvalifikationer som selvstændighed, ansvarlighed, initiativ, fleksibilitet og kreativitet." (Undervisningsministeriet, 1996, s. 9).

Publikationen gennemgår derefter hvorledes man på de forskellige niveauer i uddannelsessystemet kan tilrettelægge undervisningen så disse kvalifikationer fremmes samtidig med faglige færdigheder.

Første gang ordet kompetencer anvendes er i Undervisningsministeriets publikation fra 1997: *National Kompetenceudvikling* (Undervisningsministeriet, 1997). Der defineres dog ikke noget kompetencebegreb og ordet bruges kun på omslaget - inden i tales der stadig om kvalifikationer. Men erhvervslivet er inddraget idet publikationen bl.a. baserer sig på interview af 15 fremtrædende erhvervslederes opfattelser af hvilke kvalifikationer virksomheder har behov for.

Udviklingsprogrammet for Ungdomsuddannelserne fra 1999 var i højere grad baseret på kompetencer (Undervisningsministeriet, 1999). Her er tale om en enig tilslutning fra alle Folketingets partier om et udviklingsprogram for fremtidens ungdomsuddannelser, og man lagde vægt på at undervisningen skulle udvikle de almene, sociale og personlige kompetencer på lige fod med de faglige.

Klare mål i Folkeskolen er et initiativ der skal styrke og præcisere fagligheden i folkeskolen samtidig med udviklingen af elevernes alsidige personlige kompetencer. I overensstemmelse med kompetencetankegangen er der her udformet nye Centrale Kundsks- og Færdighedsområder (CKF'er) som beskriver slutmålet for undervisningen i de enkelte fag.

KOM-projektet (Kompetencer Og Matematiklæring) blev nedsat august 2000 af Undervisningsministeriet og Naturvidenskabeligt Uddannelsesråd med det formål at udarbejde en kompetencebeskrivelse af matematisk faglighed. Arbejdsgruppen har udviklet en række analytiske begreber og tilgange som har haft stor betydning for arbejdet med at kompetenceformulere fag og faglighed. KOM-projektet er blevet fulgt op af projekter som skulle definere kernekompetencer i dansk, fremmedsprog og naturfag. Det er dog vigtigt at påpege at KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002) primært er et faginternt papir formuleret ud fra matematikkens egen logik, hvorfor kompetencer og indhold er vævet tæt sammen. Vi har i nærværende artikel måttet tage hensyn til at naturfagene dækker over en række forskellige fag som i høj grad hver især har deres eget genstandsfelt, hvorfor vi har forsøgt at formulere kompetencer som i højere grad er uafhængige af genstandsfeltet.

Disse initiativer kan ses som udtryk for et opbrud i uddannelsessystemet, en søgen efter et ståsted i en hurtig foranderlig verden hvor intet er givet. De enkelte uddannelser skal indpasses i en ny samfundsmæssighed, og fagene skal legitimere sig for at overleve. For at kompetencebegrebet skal kunne fungere som rettesnor i denne proces, er det nødvendigt at undersøge

hvorledes det forholder sig - eller burde forholde sig - til de traditionelle vurderingskategorier for uddannelser og fag.

1.4 Kompetence i relation til kvalifikation, dannelse og kernefaglighed

Traditionelt er uddannelser målformuleret i kvalifikations- og dannelsesstermer. *Kvalifikationer* kan forstås som den viden og de færdigheder der er nødvendige for at kunne honorere kravene til bestemte arbejdsfunktioner. Der skelnes ofte mellem faglige, almene og personlige kvalifikationer, men pointen er at da man ved kvalifikationer skal tilpasse personen til bestemte jobfunktioner, er der en høj grad af konsensus om hvad der skal læres - det er relativt objektivt definerbart og derfor ikke genstand for diskussion.

Dannelse er en kategori som indfanger uddannelsernes forpligtelse på at udvikle ikke kun evner til at kunne studere og opfylde erhvervslivskrav, men også evner til at kunne indgå i samfundet som myndige borgere og til at kunne få et meningsfuldt liv forstået af den enkelte selv. Mens kvalifikationer handler om færdigheder og retter sig mod arbejdslivet, handler dannelse om holdninger og retter sig mod det civilisatoriske. Men dannelse er et meget komplekst begreb som har rødder tilbage til antikken, og som er blevet formet i midt-1800-tallets nyhumanisme og tilpasset senmoderniteten i slutningen af 1900-tallet. Det indbefatter således kategorier som viden og kritisk forholden sig til viden, personlig stillingtagen, selvrefleksion og selvoverskridelse. For en grundigere gennemgang af begreberne kvalifikation, dannelse og kompetence se Jens Dolins *Fysikfaget i forandring* (Dolin, 2003a).

Det er interessant hvorledes naturfagene traditionelt har været marginaliserede i forhold til dannelsesdiskursen. Netop fordi dannelse i den central- og nordeuropæiske tradition har været stærkt præget af nyhumanismen, har de humanistiske værdier og vidensområder domineret dannelsesopfattelserne. Naturfagene har i denne industrialiseringsperiode været knyttet til det praktiske, det brugsrettede, hvilket netop var det som den klas-

siske dannelse tog afstand fra. Med C. P. Snows *De to kulturer* fra 1959 blev der sat fokus på naturvidenskabernes manglende plads i det kulturelle - og dannelsesmæssige - billede. Men det er først i det seneste årti at naturvidenskaberne selv har arbejdet på at tilkæmpe sig plads i opfattelsen af hvad dannelse er. Her har *scientific literacy* og *science for public understanding* været vigtige internationale strømninger, og i Norden har vel især Svein Sjøbergs *Naturfag som allmenndannelse* haft stor indflydelse (Sjøberg, 1998).

Alt efter niveau og retning har uddannelser skullet kvalificere eller danne og ofte begge dele. *Kompetencebegrebet* har fejlet begge disse begreber af bordet ved så at sige at sætte sig på diskursen. Det har både fordele og ulemper. Fordelene ved kompetencebegrebet er dets insisteren på handlen, på at det ikke er nok at være kvalificeret, at vide noget, men at man også skal kunne og ville bruge det. Kompetencebegrebet kombinerer færdigheder med intentionalitet. Det rækker således ud af uddannelsessystemet eller stiller krav om at uddannelsessystemet tilpasser sig omverdenen så der bliver plads til handlingskrævende situationer. Faren er at nogle af de civilisatoriske dannelseselementer nedprioriteres. Handling uden kritisk refleksion kan nok give handlekompetente mennesker, men ikke nødvendigvis dannede medborgere. Det er derfor vigtigt at uddannelsernes dannelseselementer enten formuleres selvstændigt sammen med kompetencekravene, eller at de integreres heri. Vi vil anse det for hensigtsmæssigt at integrere dannelsesaspekterne i operationaliserbare kompetencekategorier for at sikre at de bliver gjort til genstand for undervisning og evaluering.

Den debat der med Uddannelsesredegørelse 2000 blev rejst om fagenes *kernefaglighed* (Undervisningsministeriet, 2000), kan til en vis grad ses som et forsøg på at give kompetencebegrebet modstand. Heri blev der trukket på den centraleuropæiske dannelses tradition for med Klafkis dannelseskonception at analysere sig frem til fagenes umistelige kerner. Dvs. en besindelse på fag, faglighed og traditionelle værdier som en

modvægt til kompetencernes situationsbestemte handlinger. Men Uddannelsesredegørelse 2000 var bemærkelsesværdig uklar i sit faglighedsbegreb. Redegørelsen definerede faglighed som:

“FAGLIGHED er igen et substantiv og er netop udtrykket for den dyrkning af det afgrænsede rum eller område, som fagets faglige udøvere er beskæftiget med og optaget af.” (Undervisningsministeriet, 2000, s. 20).

Her er ikke mange bud på aspekter eller principper som fagligheden kan vurderes ud fra. Senere i redegørelsen (s. 92f) opfattes kernefaglighed dog som rummende både viden, færdighed og holdning, og med henvisning til Klafki skal et fags kerne leve op til almindelig principper om kategorialitet, eksemplaritet og indhold af aktuelle nøgleproblemer.

1.5 Kompetencer som individuel eller social kategori?

I langt de fleste sammenhænge ses kompetence som en individuel egenskab knyttet til den enkelte lærende. Vi bærer hver især vores kompetencer, som vi så kan bruge i de forskellige sammenhænge vi indgår i. En bredere kompetenceopfattelse fremlægges fx i *Kompetence som intersubjektivt fænomen* (Jensen & Prahl, 2000). Med et organisationsteoretisk udgangspunkt argumenteres for at industrialismens kvalifikationsbegreb ikke passer til post-Ford-ismens komplekse arbejdsituationer. Parallelt hermed kan man argumentere for at opfattelsen af faglighed må ændre sig så den er i overensstemmelse med nutidige organisationsformer og arbejdskrav. Fagligheden må beskrives som en processuelt udfoldet evne til at møde fagets problemer. Og her er det centralt at erkende at langt det meste arbejde i dag udføres i et komplekst samarbejde hvorfor den

“... kompetente handlen udtrykker en intersubjektiv betydningsforhandling, gennem hvilken den flertydige og uforudsigelige situation får mening i og med, at den mestres intersubjektivt. Den kompetente handlen er med andre ord en kreativ konstruktions-

proces, i hvilken individerne omsætter deres kvalifikationer i deres intersubjektive mestring af de muligheder, problemforståelse og udfordringer, den organisatoriske handlesammenhæng rummer.” (Jensen & Prahl, 2000, s. 29-30).

En kompetence kan således ikke eftervises hos den enkelte isoleret, men må ses i forhold til hvorledes den enkelte klarer arbejdsopgaver i samspil med andre:

“Kompetencen genereres altså mellem mennesker. Men selv om kompetencen på denne måde bestemmes som værende af intersubjektiv natur, så udøves den af enkelte individer – som de enkeltes muligheder for sammen med andre i en konkret handlesammenhæng at mestre flertydige situationer i forbindelse med arbejdets udførelse.” (Jensen & Prahl, 2000, s. 30).

Et sådant syn på kompetencer er i overensstemmelse med naturfagsforskere som fx Michael Roth der ser naturfagsuddannelse som et udgangspunkt for at engagere elever i sociale handlinger (Roth & Désautels, 2002), og som giver en række eksempler på hvorledes naturfag kan læres gennem social praksis (Lee & Roth, 2002). En naturfagsundervisning efter sådanne retningslinier må nødvendigvis få konsekvenser for evalueringsformen.

Der er således gode argumenter for at opfatte kompetencer som en socialt bestemt egenskab, eller i hvert fald som noget den enkelte erhverver i sociale sammenhænge, og som det giver mest mening at afprøve i samspilssituationer. Samtidig ligger der i dette problemløsningsorienterede og intersubjektive kompetencebegreb implicit nogle bud på de læreprocesser der kan udvikle kompetencerne.

1.6 Kompetencebegrebet som det anvendes i denne artikel

Med den foregående diskussion har vi forsøgt at redegøre for og perspektivere kompetencebegrebets opkomst og anvendelse. Vi har ikke forsøgt at lave en udtømmende beskrivelse af fel-

tet, men tværtimod afgrænset os til de forståelser, anvendelser og omstændigheder som vi finder relevante for udarbejdelsen af en nutidig kompetencebeskrivelse af naturfagene i Danmark.

Mange af de omtalte definitioner og tiltag indeholder elementer og overvejelser som vi finder vigtige og brugbare. Alligevel savner vi en generel kompetencedefinition som forener DeSeCo's-arbejdets generalitet, den mere specifikke Scientific Literacy-tænkning (herunder PISA) og et klart civilisatorisk, dannelsesmæssigt sigte. Det sidste kan bl.a. opnås ved at knytte kompetenceerhvervelsen til et dannende formål. En hensigtsmæssig kompetenceformulering indeholder efter vores opfattelse således både en beskrivelse af hvad man forstår ved en kompetence, hvilke elementer den bygger på, hvilket formål den tjener, og i hvilke sammenhænge den skal kunne udtrykkes. I overensstemmelse med denne struktur foreslår vi følgende generelle naturfaglige kompetencedefinition:

Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig undren, viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge hvor det er relevant.

Der knytter sig en række kommentarer og uddybninger til denne definition:

Formuleringen i første linie fastslår at kompetence ikke kun er et spørgsmål om at *kunne* handle, men også forudsætter villighed, altså et målrettet element. Under ét signalerer vores kompetencebegreb en integration af manuelle, kognitive, affektive og målrettede elementer. Vi tilslutter os den opfattelse at kompetence og i denne sammenhæng *naturfaglig kompetence* kan være distribueret og intersubjektiv. For at tydeliggøre dette indeholder første linie tilføjeslængen "*alene og sammen med andre*".

Som det fremgår af anden linie bygger kompetence i vores forstand på mange forskellige elementer som alle principielt kan læres. Nogle af disse, fx undren og færdigheder, kan læres mere eller mindre "tavst" og kropsligt, mens andre er meget refleksive. "*Metaviden*" omfatter viden *om* faget, herunder dets kultur og epistemologi. Vi bruger ordet *naturfaglig* så bredt at naturfaglig viden også indeholder teknologiske aspekter.

"*At skabe mening og autonomi*" kan ses som udmøntninger af Klafkis personrettede dannelsesdimension *evne til selvbestemmelse*. Ordet *autonomi* henviser imidlertid *også* til en selvstændig omgang med og i faget, fx i et professionsperspektiv. "*Medbestemmelse*" knytter kompetencebegrebet til et civilisatorisk formål.

Den sidste linje "*...livssammenhænge hvor det er relevant*" indeholder flere pointer: Med det brede dannelsessigte vi indlejrer i kompetencedefinitionen, er det naturligt at fastholde livssammenhænge frem for faglige sammenhænge som ultimativ udfoldelsesarena for kompetencer. Vores kompetencebeskrivelse er ikke foretaget inde fra fagene, og de tilstræbte naturfaglige kompetencer udfoldes ikke udelukkende i fagene. Men naturfagstimerne er principielt en relevant livssammenhæng for elever, og derfor vil en kompetent naturfagselev *også* kunne skabe mening og udøve medbestemmelse i timerne. Hvad der er relevante livssammenhænge, varierer selvfølgelig med den uddannelsessøgendes alder og baggrund, med skoletype og skoletrin - og med den enkeltes præferencer og prioriteringer mht. livsverdenen uden for skolen (hobbyer, erhvervsarbejde, politisk engagement, tv-kiggeri, gør-det-selv-orientering, osv.). I den forstand er vores kompetencebegreb både kontekstualiseret og relativt. Man kan være fuldt naturfagligt kompetent både som folkeskoleelev, som borger og som professionsrettet studerende, men målestokkene er selvfølgelig forskellige.

Indholdsmæssigt er denne definition i stor overensstemmelse med kompetencedefinitionen i Bind 1 (Andersen m.fl., 2003), hvor naturfaglig kompetence beskrives som *det at have viden*

om, at forstå, udøve, anvende, og kunne tage kritisk stilling til natur, naturfaglighed, naturvidenskab og teknologi i en mangfoldighed af sammenhænge hvori disse indgår eller kan komme til at indgå. Når vi alligevel foretrækker denne version, er det fordi den på enkeltpunkter er mere udførlig (fx muligheden for distribuerede kompetencer) - og først og fremmest fordi den tydeliggør det begrundelsesperspektiv der er indlejret i vores tænkning omkring kompetencerne.

Vores kompetencedefinition er generel og udsiger intet om hvordan de forskellige kompetenceelementer læres eller om en hensigtsmæssig progression og arbejdsdeling for arbejdet med naturfaglige kompetencer. Dette vil blive diskuteret nedenfor. I kapitel 4 beskriver vi i større detalje en række naturfaglige delkompetencer som knytter sig til de forskellige niveauer af uddannelsessystemet.

2 Kompetencer i et læringsteoretisk lys

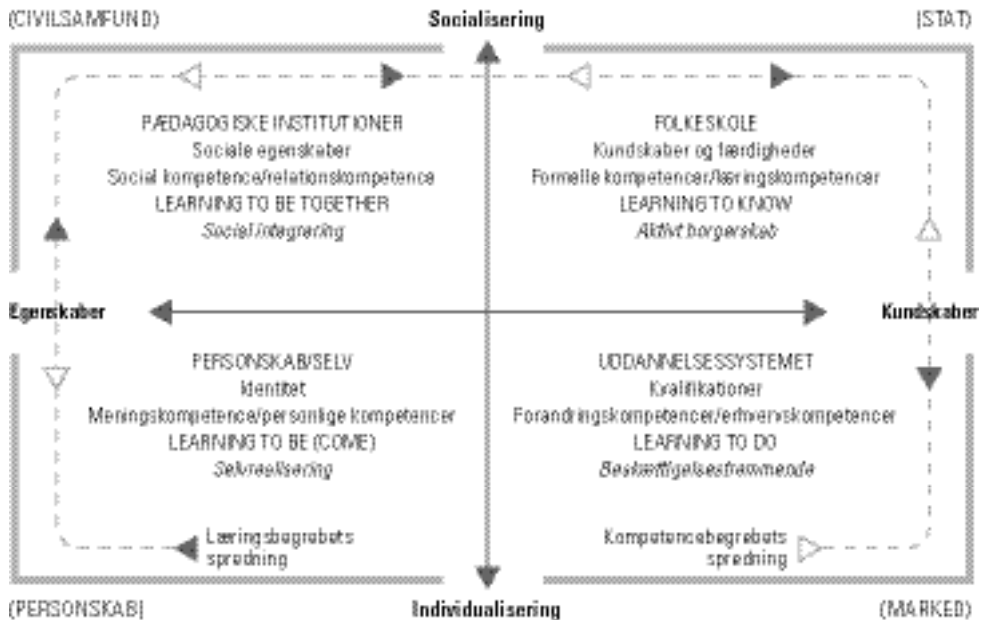
Når man diskuterer kompetencer i en uddannelsesmæssig sammenhæng, trænger en række centrale spørgsmål sig på:

- *hvordan er forholdet mellem kompetencer og læring?*
- *hvordan lærer man kompetencer i en institutionell/formel sammenhæng?*
- *er der en hensigtsmæssig progression for arbejdet med kompetencer?*
- *hvordan evalueres kompetencer?*

Forsøg på at besvare disse spørgsmål involverer indsigter fra en række forskellige discipliner, bl.a. generel læringsteori, fagdidaktik og udviklingspsykologi.

I sin analyse af kompetence- og læringsbegrebernes fremvækst anfører S. Hermann (Hermann, 2003) følgende figur (figur 1), som demonstrerer begrebernes udviklingshistorie fra forskellige kontekster samt hvorledes de aktuelt er vævet ind i hinanden.

Tilsammen udspænder de det sociale rum, hævdes det, idet *“alle processer bliver til læring og alle kvaliteter kan ses som kompetencer”*.



Figur 1. Hermanns kompetencekontekst.

Den dobbelte bevægelse i udbredelsen af begreberne, deres aktuelle sammenvævning og symmetrien antyder at forholdet mellem kompetencer og læring med samme rimelighed kan anskues fra kompetencesiden: hvilke typer af læreprocesser aktualiseres af kompetencebegrebet?, som fra læringssiden: hvilke typer af kompetencer tilgodeses i særlig grad af de forskellige læringsteoretiske positioner som præger nutidig fagdidaktik? I det følgende vil vi se på disse spørgsmål.

2.1 Hvilke typer af læreprocesser aktualiseres af kompetencebegrebet?

Kompetencebegrebet afspejler forandringer i vores opfattelse af viden. Viden opfattes ikke længere som en uforgængelig ressource, fx har relevant viden inden for datalogi & IT-anvendelser en ultrakort halveringstid. Innovationshastigheden er stor,

og de vigtigste krav til viden bliver måske at den er fleksibel og brugbar i den aktuelle kontekst. I den forstand er viden også underkastet den refleksivitet som præger samfundet generelt (Giddens, 1997). Målt med nutidens hastige måleskridt er kerne af naturvidenskabelig viden særdeles langtidsholdbar, men der foregår en kolossal udvikling og udveksling af viden i og mellem fagene - en viden som er mere snæver og rettet mod bestemte anvendelser som i højere grad er af tidsbegrænset relevans.

Videnstilegnelse er i senmoderniteten heller ikke knyttet til en bestemt livsfase eller institutionsform. Viden bliver forbundet med et individuelt udviklingsperspektiv hvorved kompetence-tænkningen integrerer traditionelle dannelseselementer.

“Grundlæggende kan vi sige, at kvalifikationer udspringer af en faglighed og udvirkes gennem undervisning, der foregår i institutioner. Kompetencer skabes gennem læring, begribes via sagligheder og foregår hvor som helst vi kan tematisere et læringsmiljø, et praksisfællesskab eller en kompetenceudviklingsarena.” (Hermann, 2003, s. 44).

“Når kompetencer - sociale, personlige, følelsesmæssige, handlingsmæssige etc. - der er rettet mod aktivitet, således skal fremmes, og ikke blot tilegnelsen af viden, skifter fokus fra stoffet til didaktikken. Eller rettere: stoffet er ikke en tekst, et fag og slet ikke en kanon, men et individ eller individers interaktion med hinanden eller omgivelserne.” (Hermann, 2003, s. 46).

I en lidt mere udfoldet form kan man fremhæve tre aspekter som beskrives i det følgende:

I det kompetence-orienterede samfund har skolen mistet sit monopol, som “stedet hvor man lærer noget.” Institutionaliseret læring er kun en (måske endog beskeden) del af det samlede læringsbillede. Det er ikke nyt at børn lærer sig sprog i vuggestue- og børnehavefællesskabet, bliver mestre i strategispil i kammeratskabsgruppens fællesskab omkring pc'en derhjemme,

eller at de fleste voksne opkvalificeres gennem samarbejde, fx i team, på deres arbejdspladser. Det nye er en anerkendelse af det enorme læringspotentiale der ligger i uformelle læringsmiljøer og hverdagsnære læringssituationer fjernt fra traditionel undervisning. Spørgsmålet er om læreprocesserne i skolen skal forblive “kunstige”, eller om de med fordel kan lære af hvordan læring foregår *uden for* skolen. Et kompetencebaseret uddannelsessigte indebærer næsten uundgåeligt at aspekter, fx omkring undervisningens organisering, af uformel læring rykker inden for i skolen.

Kompetenceudvikling forbindes med læring frem for undervisning. Groft sagt tager undervisning sit udgangspunkt i stoffet og fagligheden, mens læringsperspektivet fokuserer på den lærende og hvordan vedkommende lærer. Læringsbegrebet integrerer således faglige aspekter med personlig meningstilskrivelse, motivation m.m. En lærer som tænker i undervisningsmæssige baner vil fokusere på hvordan han/hun bedst muligt formidler stoffet. En lærings- (og kompetence)tænkende lærer vil i stedet bruge energien på at tilrettelægge rammer og støtte for den enkelte elevs møde med den relevante faglighed, jf. *“stoffet er ikke en tekst, et fag og slet ikke en kanon, men et individ eller individers interaktion med hinanden eller omgivelserne.”* I det hele taget vil en sådan lærer kunne hente inspiration i moderne didaktisk forskning idet læringsperspektivet er en integreret del af moderne, konstruktivistiske læringsteorier (se nedenfor). Diverse undersøgelser ((Krogh & Thomsen, 2000) (Dolin, 2003b) og (Evalueringsinstitut, 2001)) har vist at danske gymnasielærere i naturfagene *underviser* i traditionel forstand og i almindelighed er langt fra en konstruktivistisk tilgang til undervisningen.

Kompetencer begribes gennem sagligheder, dvs. konkrete kontekster og problemstillinger. De tilstræbte kompetencer må selvfølgelig være relevante for det virkelige liv og kunne aktiveres uden for skolen. Ved at lade læreprocesserne tage udgangspunkt i væsentlige, “autentiske”/virkelighedsnære problemstillinger og sagsforhold kan man imødegå såvel relevanskravet som proble-

met med transfer fra skolen til hverdagslivet. Fagligheden stilles herefter til rådighed for eleverne som et særligt sæt syns-, forståelses- og bearbejdningsmåder der kan kvalificere deres handlemuligheder i forhold til den givne problemstilling eller kontekst.

2.2 Hvilke typer af kompetencer tilgodeses i relevante læringsteorier?

Diskussionen ovenfor udpegede væsentlige træk ved kompetenceorienterede læreprocesser. Det kan herefter være nyttigt at afklare hvilke læringsteoretiske indsigter man i særlig grad vil kunne støtte sig til i udviklingen af et kompetenceorienteret skolesystem.

Den fagdidaktiske forskning har siden slutningen af 1970'erne været domineret af *konstruktivistiske læringsteorier*, der som grundopfattelse har at den lærende selv bygger sin viden op, aktivt og i vekselvirkning med omgivelserne. Læring er således ikke en simpel transmission af viden, fx fra lærer til elev. Ydermere betoner konstruktivistisk orienterede læringsteorier at al læring tager udgangspunkt i og filtreres af den lærendes forudgående viden. Ausubels berømte dictum anses stadigvæk for gyldigt: *“The most important single factor influencing learning is what the learner already knows.”* (Ausubel, 1968).

Fra dette fælles udgangspunkt har der imidlertid været en udvikling således at i hvert fald tre forskellige konstruktivistiske orienteringer er relevante for at “udspænde” det nuværende fagdidaktiske paradigme. Den *mentalistisk/kognitive konstruktivisme* dominerede 1980'ernes forskning og læreplanstænkning, men den blev i 1990'erne henvist til en mere ydmyg rolle af *socialkonstruktivistiske læringsteorier*. Meget tyder på at det næste tiår kan blive domineret af en særlig socialkonstruktivistisk variant, den såkaldte *praksislæring*.

Mentalistisk/kognitiv konstruktivisme, stærkt præget af Piaget (fx (Piaget & Inhelder, 1958)). Fokus er her på *kognitive processer i den enkelte elev*. Læring er elevens (individuelle) kon-

struktion af tankemønstre. Piaget beskæftigede sig ikke med udvikling af kompetencer, men med "vidensgenese". For ham var en række grundlæggende (naturvidenskabeligt funderede) tankemønstre konstituerende for vores tilegnelse af verden. Eksempler på sådanne tankemønstre kunne være:

- tænke via bevaringssætninger
- tænke i proportionalitet
- udøve variabelkontrol (fx i undersøgelser)
- bruge modeller
- udføre kategoriseringer og ordninger
- argumentere kausalt
- ræsonnere via sandsynligheder.

*I et mentalistisk/kognitivt perspektiv må kompetencer forstås som en beherskelse af sådanne grundlæggende tankemønstre, generelt eller inden for en faglig kontekst. Piaget opfattede tankemønstrene som generelle, dvs. han anså at når de først var etablerede ville de kunne anvendes inden for et hvilket som helst område. Det engelske CASE-projekt (Cognitive Acceleration in Science Education, (Adey & Shayer, 1994)) synes umiddelbart at bekræfte denne opfattelse, idet træningsforløb i bl.a. ovennævnte tankemønstre med empirisk signifikans har givet bedre resultater ved konventionel eksamen i såvel science som matematik og sågar engelsk. Der har været megen diskussion af hvad der har virket. Måske er det fordi disse træningsforløb systematisk arbejder med *bridging*, dvs. måder at etablere transfer til andre vidensområder. I hvert fald har en lang række undersøgelser påvist at læring i vid udstrækning er situeret, dvs. *ikke* af generel natur. Således sammenfatter Biggs en række empiriske studier af udviklingen blandt studerende inden for en række fag:*

"Although the sequence of stages followed from the simple to the complex, students did not perform consistently; we found that a middle concrete response in mathematics might be followed by a series of concrete generalisations [early formal] responses in geography. [...] Further, formal responses in mathematics given

by a particular student one week might be followed by middle concrete responses the following week.” (Biggs, 1982).

Som det fremgår, er tankemønster-kompetencen end ikke stabil inden for et fagområde. For Biggs er det en illustration af at *andre faktorer end de rent kognitive (fx motivation) spiller ind.*

Piaget mente tillige at kunne fastslå at individets tænkning udvikler sig universalt igennem en række trin (“stadier”), hvert karakteriseret ved bestemte færdigheder og logik:

- Det sensomotoriske stadium (ca. 0-2 år)
- Det præ-operationelle stadium (ca. 2-7 år)
- Det konkret-operationelle stadium (7-11 år)
- Det formelt-operationelle stadium (fra 11 års-alderen).

Aldersangivelserne anså Piaget kun for vejledende, men rimeligvis er kun de to seneste stadier relevante for naturfagsundervisningen. I henhold til Piaget er stadierne hierarkisk forbundne: man skal være færdig på ét stadium før man kan udvise kompetence på det næste. Udviklingen fra stadiet til stadiet anses for biologisk betinget og kan som sådan ikke forceres. Piagets stadietænkning har fået gevaldige skud for oven: Den biologiske udviklingslinje er *ikke* universel, således når kun ca. 30% af en (engelsk) ungdomsårgang overhovedet op på det formelt-operationelle stadium (Adey & Shayer, 1994)! Individuelle forskelle synes at overleje den almindelige tendens. Som omtalt ovenfor afviser undersøgelser (bl.a. (Biggs, 1982)) at et individs tænkeevne kan karakteriseres ved ét *generelt* stadium. Man kan i bedste fald tale om stadierne som en domænespecifik udviklingstendens. Tilbage står at nogle typer af kognitive belastninger er sværere end andre, og at en hensigtsmæssig kompetence-progression må gå gennem forskellige niveauer af konkret funderede kompetencer til flere niveauer af formelt funderede kompetencer.

Social konstruktivisme, kraftigt inspireret af L.S. Vygotsky (fx (Vygotsky, 1971)). Hos ham er læring en kulturtilegnelse hvor

eleven internaliserer bestemte måder at se på, tale om ting og gøre ting på (fx (Lemke, 1990) og (Sutton, 1992)). Tilegnelsen hjælpes på vej ("medieres") først og fremmest af sproget og interaktioner med læreren og andre elever. Men mediering kan også foregå via andre værktøjer, såvel tekniske (fx computere, apparater, algoritmer) som symbolske (formler, kemisymboler). I dette perspektiv er kompetencerne ikke bestemte tankemønstre, men snarere en evne til at agere i henhold til (fagets) kulturelle koder samt en evne til at udnytte de medieringer som er centrale og evt. specifikke for faget. Sådanne kompetencer omfatter evnen til at beherske fagets tale- og synsmåder (fx "*learning science is learning to talk science*" (Lemke, 1990)), evnen til at bruge bestemte repræsentationer, apparater m.m. med given kompleksitet samt evnen til at uddrage og udstrække (faglig) mening af samtale og vekselvirkning med andre. Dette sidste antyder en drejning i retning af at kompetencerne (i lighed med læringssynet) bliver sociale og måske i bund og grund vanskeligt kan tilskrives den enkelte (jf. tidligere diskussion).

Læring som praksis, væsentligst inspireret af Wenger (fx (Wenger, 1998)). Baggrunden for dette læringssyn er at al læring langt hen ad vejen er *situeret*, dvs. indlejret i den sammenhæng det foregår i. Læring fra et klasseværelse er således hverken særlig anvendelig eller aktiverbar i en skolefjern sammenhæng. Transfer sker ikke automatisk, hvilket årtiers forskning dokumenterer. Relevant og brugbar læring sker derfor i virkelighedsnære ("autentiske") situationer og praksissammenhænge. Da læringen også her anses for en socio-kulturel proces, tilrettelægges undervisningen i praksis-*fællesskaber*. Nogle relevante science-praksissammenhænge kunne være: stjernekegger-gruppe, genbrugsværksted, miljø-watch, energikonsulentvirksomhed, etc. I sådanne fællesskaber kan man opbygge en identitet og en fællesskabsfølelse samtidig med at gøre noget aktivt og uddrage mening af dette. Læring integrerer således en hel række forskellige aspekter, også dannelsesmæssige. Læring beskrives som en bevægelse fra *legitim perifer deltagelse* til *central deltagelse* i praksis (Lave & Wenger, 1991).

Wenger inkorporerer eksplicit kompetencebegrebet i sin teori og når frem til at kompetent deltagelse (“membership”) i praksis inkluderer evne til at engagere sig i forhold til andre og respondere konstruktivt, evne til at tage ansvar for praksis og udvikling af denne, evne til at genkende/anerkende (“recognize”) og anvende det repertoire der knytter sig til praksis for at skabe ny mening (Wenger, 1998). Faglige kompetencer er således knyttet til den historie og de kontekster som indgår i praksis.

En progression efter *praksis-deltagelseskompetence* vil primært forholde sig til hvilke typer af praksis/kontekster eleven bør beherske på forskellige niveauer, og i hvilken grad deltagelsen kan være perifer. Delvist overlappende hermed (og mere traditionelt) må progressionen afspejle hvor stor en del af praksis-repertoiret eleverne skal kunne anvende.

Kompetencerne vil udelukkende komme til udtryk i en fælles praksis, og man kan diskutere i hvilken udstrækning det giver mening at gøre dem rent individuelle. I overensstemmelse med denne tankegang skriver Roth og Lee: *“We propose scientific literacy to be characteristic of situations rather than an attribute of individuals”* og *“scientific literacy is a property of collective situations and characterizes interactions irreducible to characteristics of individuals.”* (Roth & Lee, 2001).

Opsummering: Alle de konstruktivistiske positioner understøtter et læringsperspektiv snarere end et undervisningsperspektiv. Af de (summeriske) beskrivelser fremgår det imidlertid tydeligt hvorledes læringsteorierne konvergerer imod en sammenfletning med det nutidige kompetencebegreb. I den forstand synes socialkonstruktivismen, specielt i praksislæringsversionen, at være det bedste udgangspunkt for et arbejde med udvikling af kompetencer. Den mentalistiske konstruktivisme er imidlertid ikke uden relevans idet den dels udpeger visse kognitive tankemønstre som mere komplicerede end andre og tillige, som den eneste af teorierne, eksplicit forsøger at forholde sig til at elever rent faktisk undergår en biologisk udviklingsproces undervejs i skoleforløbet. Dele af teorien vil således

uundgåeligt indgå i overvejelserne om progression på langs i uddannelsessystemet (se nedenfor).

2.3 Nogle pejlemærker for kompetence-orienterede læreprocesser

“Learning cannot be designed. Ultimately, it belongs to the realm of experience and practice. It follows the negotiation of meaning; it moves on its own terms. It slips through the cracks; it creates its own cracks. Learning happens, design or no design. And yet there are few more urgent tasks than to design social infrastructures that foster learning.” (Wenger, 1998, s. 225).

Citatet maner til at lærere, didaktikere og andre læringsdesignere holder benene på jorden: læring sker *ikke som et resultat* af undervisningsdesign, men som en *respons* på dette. Eleverne vil altid aktivt fortolke, forhandle og agere som et svar på undervisningsplanlægningen. Læringsteoriene kan hverken i praksis eller princippet generere andet og mere end pejlemærker for hvordan undervisningen kan tilrettelægges med henblik på at muliggøre læreprocesser der kan udvikle naturfagskompetencer. Et antal overordnede pejlemærker følger umiddelbart af diskussionen i forrige afsnit:

Kompetencer udvikles gennem aktivitet - eleverne må have heads- & hands-on-muligheder. Forudsætningen for at eleverne kan mestre bestemte handlemønstre, er selvsagt at de har haft lejlighed til at praktisere dem. En traditionel fagcentreret undervisning hvor lærerens fremstilling af stoffet er i centrum, vil øge *lærerens* kompetence udi denne type af undervisning, men rimeligvis ikke bidrage synderligt til udvikling af elevkompetencer. Det er alment accepteret blandt naturfagslærere at eksperimentelle kompetencer kun opnås gennem at eleverne udfører eksperimentelt arbejde selv. Tilsvarende vil de ikke udvikle evne til at vurdere populærvidenskabelige tidsskrifter ved udelukkende at høre lærerens vurdering; de er nødt til selv at bringe kriterier, egne værdier og refleksioner i anvendelse.

Elever kan lære af og med hinanden - uden at læreren bliver over-

flødig. Dette udsagn kan udmøntes på forskellige måder og i forskellige læringsmiljøer, fx:

- *“Dialogiske” klasserum* ((Dysthe, 1995) og (Wertsch, 1991)): Her arbejdes der målrettet med at bringe mange “stemmer”/bidrag ind i undervisningen. Elevbidragene værdsættes og bruges i den videre undervisning, samtidig med at naturfagslæreren sædvanlige rolle som den der fortæller hvordan tingene hænger sammen, eller hvad facit er, skal være nedtonet. En undervisning der flytter fokus fra lærerens overbevisende “autoritative ord” til elevernes søgen efter egen indre overbevisende stemme, vil gøre det meningsfuldt at diskutere og afklare med andre elever og demonstrere disse som læringsressourcer. Læreren rolle bliver i denne situation at bringe relevante bidrag/stemmer i dialog med hinanden, vise hvordan de evt. befrugter eller modsiger hinanden, få eleverne til at forholde sig og afklare styrker og begrænsninger i synsvinkler m.m. (Dolin, 2003a, s. 184ff.). Væsentlige karakteristika ved lærerrollen indfanges af betegnelsen “socratic dialogue”, som har været brugt i forbindelse med amerikanske universitetstiltag med samme inspirationskilde (fx (Hake, 1992)).
- *Communities of learners* (fx (Crawford, Krajicek & Marx, 1999)). Her organiseres undervisningen omkring faste grupper, læringsfællesskaber. Grupperne er så heterogent sammensatte som muligt, og man tilstræber en opgavedeling så alle bliver lokale eksperter inden for et område som er væsentligt for opgaveløsningen. Herved opnår man en gensidig afhængighed og udnytter elevernes evne til at lære af hinanden. Læreren udstikker selvfølgelig rammerne for gruppens arbejde (opgave, produktkrav m.m.) og støtter gruppeprocesserne. Læreren faglige indsats koncentrerer i forhold til enkeltelevers problemer med at opnå indsigt i deres underområder.

Læringen bygges op omkring “autentiske” kontekster og problemer (Roth, 1995). Autenticitet kan anskues fra forskellige vinkler (Bangsgaard, Dolin Rasmussen & Trinhhammer, 2001). Først

og fremmest kan det udtrykke at eleverne har en oplevelse af *subjektiv relevans* i forhold til undervisningens tema eller problem, altså at det for dem er et væsentligt problem at beskæftige sig med. Dernæst kan det handle om at arbejde med faget på en måde som er autentisk i forhold til *videnskabsfagets arbejdsmetoder*. Det kan være betydningsfuldt at arbejde autentisk i denne forstand når man vil udvikle elevernes evne til at vurdere faget i metaperspektiv. Ofte gennemføres eleveksperimenter efter en detaljeret øvelsesvejledning ("køgebog") og med det erklærede formål at eftervise en allerede udledt lovmæssighed. Dette er klart u-autentisk og giver et misvisende billede af naturvidenskaben som lukket, fortolkningsfri "fact-gathering". Eleverne er nødt til at have prøvet at sidde med frihedsgrader og kvalificerede fortolkningsmuligheder for at kunne vurdere hvorledes fagets viden genereres og valideres. Endelig kan autenticitetsbegrebet udtrykke at emner og problemer tager deres udgangspunkt i *den virkelige verden* uden for skolens vægge. I den mindst radikale fortolkning kan dette gennemføres som tema- eller projektarbejder af mere eller mindre tværfaglig karakter *på skolen* (fx (Crawford m. fl., 1999)). I den forstand vil det være velkendt for de fleste lærere. Mere radikalt er det imidlertid at insistere på at ikke bare problemet, men *også konteksten* skal være autentisk. Undervisning om miljøforhold bør i så fald foregå på stedet for det givne miljøproblem og i et fællesskab knyttet til dette felt. Man kan fx arbejde med indeklimaproblemer i et lokalt "BST-team" og med eksternt konsulent. Eller agere "vandmiljø-watch" på et nærtliggende vandløb (Lee & Roth, 2002) og i interaktion med amtets miljøbiologer, NGO-organisationer m.m. En sådan skoleoverskridende variant øger givetvis transfer og giver kompetencer af størst holdbarhed. Centralt i sådanne læringsforløb ligger tillige evnen til at handle i henhold til demokratiske spilleregler i forhold til epoketypiske problemstillinger. Det er således svært at forestille sig mere velegnede læringsforhold hvis man vil udvikle kompetencer knyttet til demokratiske formål. Men det stiller store krav til lærerne om udadvendthed - og til eksterne aktører om medspil hvis det skal fungere i større format.

2.4 Om progression i arbejdet med kompetencer

I den videnskabscentrerede tænkning fra 1960'erne strukturerede man pensum og evalueringskriterier efter en strengt faglig systematik. Der kom som bekendt ikke meget godt ud af de ambitiøse bestræbelser - i hvert fald ikke for den store gruppe af elever. I senere tiders elevcentrerede læseplaner udfoldes den faglige systematik først *efter* at andre kriterier er gjort gældende, fx anbefaler læseplanen for natur/teknik i folkeskolen at der tages "*udgangspunkt i et emne, et spørgsmål eller en bredere problemstilling*", samt at undervisningen i 1.-2. klasse foregår "*hovedsageligt med udgangspunkt i den nære omverden.*" Først herefter bygges den faglige systematik ind i delmålene. I denne rapportsammenhæng vil vi tilsvarende mene at det er væsentligt at eleverne får autentiske oplevelser af faget som en sammenhængende struktur, men forkaste den faglige struktur som primært grundlag for kompetencetænkning på langs af uddannelsessystemet. Det forhindrer imidlertid ikke at man kan operere med en progression i, hvor struktureret *elevernes repræsentation af faget* er. Noget sådant omtales nedenfor ("Solo-taksonomien").

Svarende til hver af de tre omtalte læringsteorier kan man formulere tre overordnede *progressionsprincipper* som gennemgås i det følgende. Det drejer sig først om et *udviklings- og kognitionspsykologisk princip* (delvist overlejret med et kompleksitetsprincip), dernæst om et *kultur- og medieringsprincip* og til sidst om et *praksis-deltagelsesprincip*.

Det udviklings- og kognitionspsykologiske princip

Der er ikke nogen universel biologisk udviklingslinie som beskriver hvornår eleverne generelt vil kunne beherske bestemte tankemønstre. Men i almindelighed vil elevers læring inden for et område gå i retningen fra sensomotorisk/præoperationelt, via konkrete operationer mod (i bedste fald) beherskelse af formelle operationer. Og selv ikke i ungdomsuddannelserne kan man tage det for givet at eleverne behersker formelle operationer. Disse ting kan tilsammen bruges som et argument for en "spiral-formet" læseplan, eller som et argument for at man i

det enkelte undervisningsforløb i ungdomsuddannelserne bruger kinæstetiske og konkrete elementer som afsæt for det formelt operationelle arbejde der traditionelt har fyldt meget.

Nogle tankemønstre og operationer er sværere end andre, fx vil det være nemmere at udføre serieordninger og enkle kategoriseringer end at tænke i proportionalitet eller bevarelsessætninger. Man kunne muligvis ordne et større antal sådanne logiske tankemønstre hierarkisk og etablere en progression på dette grundlag. Frem for at gøre dette har Shayer og Adey i deres "*Curriculum Analysis Taxonomy*" imidlertid kortlagt hvorledes (en række af) Piagets formelle operationer har "forløbere" på konkret niveau (Shayer & Adey, 1981). Dermed anviser de i realiteten en række "kim-kompetencer" som der kan arbejdes med. Det amerikanske "Project 2061" gør noget tilsvarende i deres bench-marking af fx delområdet "proportional reasoning" med følgende progression: bruge (pæne) brøker til bl.a. at ordne (K-2), bruge brøker som repræsentationer for dele af en ting (K3-5), håndtere a/b og forskellige tolkninger, identificere den særlige relation mellem a og b , hvor a/b er konstant (K6-8) og relatere til lineære og ikke-lineære sammenhænge (K9-12). En sådan progression kan selvfølgelig overlejres med fagligt indhold.

Grundlæggende bygger en sådan progressionstænkning dog på den fundamentale antagelse at de relevante kompetencer konstitueres af et antal logiske, abstrakte tankemønstre tilsat et fagligt indhold. Som det vil fremgå af afsnit 3.1, mener vi ikke at dette synspunkt holder.

Der er andre måder at etablere hierarkier mht. kognitiv kompleksitet. Mest kendt er nok Blooms berømte kognitive taksonomi hvor undervisningsmålene er ordnet efter niveauer af videnstilegnelse (se tabel 1). I Blooms oprindelige tekst er der lagt vægt på hvorledes de forskellige niveauer af videnstilegnelse kan demonstreres. Dermed bliver der reelt tale om en (dekontekstualiseret) kompetencebeskrivelse som vi har tilføjet til taksonominiveauerne (tabel 1).

Taksonomi-niveau	Eksempler på tilknyttede kompetencer
1. Viden	huske, genkende, beskrive og simpelt redegøre for facts, fænomener, ideer
2. Forståelse	oversætte mellem kommunikationsformer, fortolke og uddrage det væsentlige, uddrage konsekvenser
3. Anvendelse	anvende begreber m.m. i situationer hvor deres brug ikke er specificeret, fx i løsningen af åbne problemer
4. Analyse	reducere og analysere elementer af en sammenhæng, analysere sammenhænge og organiserende principper
5. Syntese	fremstille unik kommunikation, udarbejde planer, operationalisere modeller, udlede abstrakte relationer, finde nye mønstre
6. Evaluering - vurdering	evaluere ud fra interne kriterier (usikkerhed, konsistens) eller eksterne kriterier (samfundsmæssige, etiske)

Tabel 1: Blooms taksonomi.

Blooms taksonomi er hyppigt blevet brugt både i forbindelse med målformuleringer og evalueringskriterier for fag (fx *Gymnasiebekendtgørelsen: Fagbilag i fysik af maj 1999, "Klare mål" for folkeskolen, natur/teknik (synoptisk opstillede, www.uvm.dk/10.1.03)*). Nærlæsning af disse dokumenter afslører hurtigt at taksonomien ikke bliver brugt til at udtrykke progression i uddannelsesforløbet, men blot som udtryk for det faglige fordybelsesniveau ved "afregningstidspunktet". I gymnasiefysikkens fagbilag er B-niveauets målformuleringer stort set identiske med A-niveauets, blot gradbøjet til *simpel* vurdering og *enkle* problemstillinger. Derudover skal man på højt niveau *selv* kunne *opstille* og *kombinere* modeller. De "klare" delmål er væsentligst beskrevet ved ordene *beskrive*, *redegøre* og *kende*. I enkelt-situationer dukker ordene *anvende*, *planlægge*, *design* op. Gradvist skal eleverne altså arbejde sig igennem en række faglige emner med samme (lave) niveau som mål. Noget tilsvarende gør sig i øvrigt gældende for folkeskolens fysik-kemi fag. Det er svært at se en bevidst tænkning med hensyn til progression i de "Klare mål".

Klopfer har foretaget en systematisk udredning af hvorledes Blooms taksonomi kan tilpasses naturfagene (Klopfer, 1970).

Niveauerne viden, forståelse og anvendelse eksisterer stadig, mens de højere taksonomiske niveauer er indlejret i *Processes of scientific Inquiry I* til *IV*. Hvert af disse niveauer er underinddelt, fx består *Processes of Scientific Inquiry (II) Seeing a problem and seeking ways to solve it* af følgende hierarkiske sekvens:

- (evne til) at genkende et problem
- (evne til) at formulere en arbejdshypotese
- (evne til) at udvælge brugbare tests til efterprøvning af en hypotese
- (evne til) designe/planlægge passende procedurer til at foretage en eksperimentel test.

Klopfers arbejde er systematisk - og tillige fremsynet idet han også lader færdigheder, holdninger/interesse samt perspektivering indgå som legitime mål for undervisningen. Det er i allerhøjeste grad en udvidelse i forhold til Piaget og Bloom som udelukkende fokuserer på læringens kognitive aspekter.

SOLO-taksonomien (Structure Of Learning Outcome) er yderligere et forsøg på at indfange og hierarkisere efter kognitiv kompleksitet (Biggs, 1982). Det er en væsentlig pointe for Biggs at SOLO implicerer "...shifting the label from the student to his response to a particular task" (Biggs, 1982, s. 22). SOLO-prædikater afspejler ikke en elevs generelle niveau, men læringsudbyttet som det kommer til udtryk ved løsningen af en bestemt opgave, dvs. det er en kontekstualiseret læringsmålestok med vægt på læreprocessens output. SOLO bruges i forskningsmæssig sammenhæng jævnligt til at evaluere elevers udbytte af eksperimental-/forsøgsundervisning.

Selve taksonomien opererer med fem kompleksitetsniveauer (*pre-structural, uni-structural, multi-structural, relational* og *extended abstract*) som integrerer de tre dimensioner: *capacity* (hvor mange videnselementer indgår?), *relating* (er elementerne sammenhængende, fx via induktion, deduktion, generalisation?) og *closure* (er der konsistens og tilsvarende metabetragtninger, er der overskridelse af den umiddelbare kontekst og det umid-

delbare vidensfelt?). Det ligger lige for at omforme SOLO til følgende kompetencetaksonomi:

- beherskelse af enkeltdele
- beherskelse af sammenhænge
- beherskelse af overgribende sammenhænge inden for området (fx konsistens)
- evne til overskridelse og perspektivering.

SOLO afspejler læringsudbytte, men da der gerne skulle være overensstemmelse mellem læringsudbytte og undervisning, er det fristende at indarbejde en tilsvarende progression i undervisningen. SOLO kan derfor bruges i planlægningen af et enkelt undervisningsforløb, men det virker meningsfuldt også at anvende det på langs i naturfagsundervisningen. I givet fald ville man arbejde facts-orienteret i de første klassetrin, dernæst sammenhængs-orienteret, osv. En sådan tænkning er indarbejdet i vores kompetenceskema i afsnit 4.1.

Kultur- og medieringsprincippet

Kompetence i dette perspektiv er forbundet med beherskelse af kulturens tale-, syns- og struktureringsmåder samt evne til at anvende de hjælpemidler/værktøjer (tekniske og symbolske) som indgår i fagene. Kompetence er i dette perspektiv multi-dimensionalt, men det giver alligevel god mening at udpege et par fundamentale enkelt-dimensioner:

Repræsentationer i faget - forskellige måder at repræsentere virkeligheden på i faget. (Dolin, 2003a) opererer med følgende sæt af repræsentationer:

- Fænomenologisk repræsentation:
En beskrivelse af det fænomen eller den begivenhed man analyserer. Hvad sker der? Hvad kan vi observere direkte?
- Eksperimentel repræsentation:
Indeholder viden om det anvendte materiel, måleinstrumenter, software o.l. Hvilke muligheder og begrænsninger har en given forsøgssopstilling?

- Deskriptiv repræsentation:
Består af de tabeller, grafer o.l. der kan fremstilles på basis af indsamlede data og indfanger derfor også en vis matematisk bearbejdning af fænomenet.
- Matematisk symbolsk repræsentation:
Dannes af de funktioner som beskriver datasættene og de manipulationer man kan foretage på funktionerne (som fx deres afledede).
- Begrebsmæssig repræsentation:
Består af de love, begreber, generalisationer, teorier som kan forklare de observerede fænomener.

Det enkelte undervisningsforløb kan med fordel tilrettelægges så det gennemløber en sekvens fra fænomenologisk repræsentation til begrebsmæssig repræsentation. Det kan imidlertid også indlejres i tænkningen om hvilke kompetencer eleverne skal kunne på forskellige niveauer af skolesystemet. En sådan tænkning er integreret i kompetencediagrammet i afsnit 4.1.

Repræsentationer af faget - faget i metaperspektiv

Elever skal ikke kun lære noget *i* naturfag, men også noget *om* naturfag. Dette anses for et væsentligt aspekt af naturvidenskabelig dannelse, og det er en nødvendig forudsætning for at forstå hvad der foregår i naturfagstimerne. Driver m.fl. advokerer for at der undervises explicit i *“(1) the epistemological basis for making scientific knowledge claims and (2) science as a social enterprise.”* (Driver m. fl., 1996, s. 144).

Viden i naturvidenskabelige fag *er* epistemologisk meget forskellig fra viden i hverdagsdomænet (Reif & Larkin, 1991), fx er generalisering, reduktionisme og reproducerbarhed væsentlige kriterier for god viden og vidensskabelse i fagene - mens viden i hverdagen normalt vurderes ud fra lokal anvendelighed og i et holistisk perspektiv. Elever kan derfor have svært ved at forstå hvorfor fænomener altid skal “dissekere”, hvorfor virkeligheden reduceres til et simpelt “system”, og hvorfor forsøg eftergøres og kontrolleres i naturfagstimerne. Driver m. fl. har undersøgt elevers forestillinger om naturvidenskab og den

udvikling disse undergår undervejs i skolesystemet (Driver m. fl., 1996). De ser tre karakteristiske mønstre i elevernes forestillinger: fænomenbaseret opfattelse/tænkning, sammenhængsbaseret opfattelse/tænkning og modelbaseret opfattelse/tænkning, hvor den sidste anses for at være i rimelig overensstemmelse med moderne opfattelser af naturvidenskabsteori. Gennemgående bruger de yngste elever en fænomenbaseret tænkning, mens sammenhængstænkning dominerer op til og med ungdomsuddannelserne. Et mindretal af elever i 16-årsalderen tænker således på naturvidenskab som foreløbige modeller af verden. Forfatterne anerkender relevansen af samtlige opfattelser, men *“students will need to recognize which way of thinking is appropriate in particular situations. It is having these multiple perspectives available which is educationally important”* (Driver m. fl., 1996, s. 142), og anfører *“...the results are suggestive of a trajectory in the way students’ views about the nature of science evolve and suggest that this information may be useful to consider when planning curriculum materials for different age groups of students.”*

Med henvisning til denne betydningsfulde undersøgelse anbefales det at man tilstræber en progression fra fænomenbaseret opfattelse via sammenhængsbaseret til modelbaseret opfattelse af faget. Udviklingen i repræsentationer af fagene bliver på denne måde fuldstændig parallel med udviklingen i fagene, sådan som den blev skitseret ovenfor. Indsatsen for at etablere en modelbaseret repræsentation lægges med fordel efter år 16, dvs. i ungdomsuddannelserne.

Praksis-deltagelsesprincippet

Vi har tidligere argumenteret for at kompetencebeskrivelse inden for et praksislæringsbegreb lægger op til at tænke progression inden for (i hvert fald) tre dimensioner:

Kontekster: Hvilke kontekster og praksisser kan man med fordel beherske hvornår? Der er ikke ét ultimativt svar på dette. Men Paludan anfører en “lag-model” for hvorledes vi forstår det ukendte ud fra det allerede kendte: vi forstår andre menne-

sker ud fra os selv, dernæst forstår vi den konkrete fysisk-biologiske verden ud fra mennesket og endelig forstår vi mere abstrakte fænomener ud fra det konkrete (Paludan, 2000, s. 157). I en revideret model (personligt kommunikeret) hævdes det at forståelsen af andre mennesker ikke nødvendigvis går forud for forståelsen af konkrete objekter. Det er fristende at sammenfatte dette til en tendens i retning af at man først med udgangspunkt i sig selv kan forstå *den nære omverden* (mennesker OG objekter man konkret har interaktion med). På dette grundlag vil man dernæst kunne orientere sig *mod fjerne og abstrakte fænomener*, fx på det samfundsmæssige plan. Sluttelig kan man anlægge *metaperspektiver* på fænomenerne. Dette argument fastholder den lærendes perspektiv, men i realiteten kunne man nå frem til samme progressionsmæssige pointe via en nærmest komplementær betragtning: En progression som udelukkende tager hensyn til fagets forhold til (elevens) omverden, vil måske kun have tre trin:

I Fra omverdenen ind i faget

Med udgangspunkt i den lærendes verden opnås forståelse for og af hvad faget er og kan

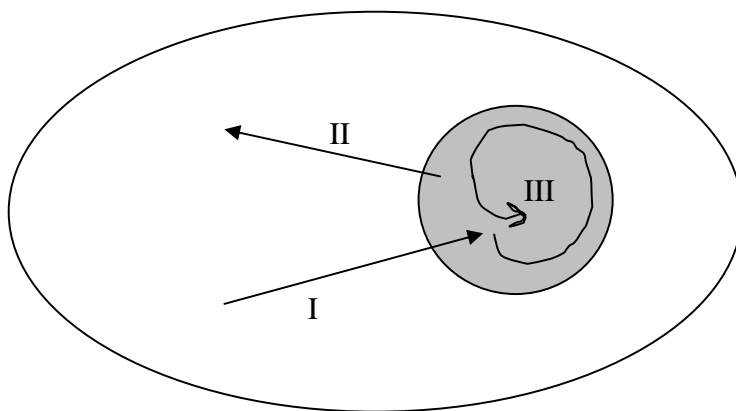
II Fra faget ud i omverdenen

Faget anvendes som middel til at handle i omverdenen

III Fra faget ind i faget

Faget læres for fagets egen skyld med dets egenidentitet i centrum.

Det kan illustreres således:



Figur 2. Lag-model med udgangspunkt i faget.

En udvikling i kontekstualiseringen fra det nære og konkrete, over den fjernere omverden og det abstrakte til metaperspektiverne synes også hensigtsmæssig i forhold til den almindelige udvikling i elevinteresser. (Paludan, 2000, s. 175).

Vi har indlejret en sådan overordnet tænkning i vores kompetenceskema i afsnit 4.1, hvor eleven først skal arbejde med personligt nyttige hverdagspraksisser, dernæst praksisser der orienterer sig mod det samfundsmæssige og til slut indgå i sammenhænge der belyser fagenes kultur- og metaaspekter. Der er dog fortsat betydelige frihedsgrader med hensyn til hvilke helt konkrete praksisser og kontekster man med fordel kan drage ind på de forskellige niveauer.

Repertoire: Repertoiret, de kompetencer som knytter sig til en given praksis, kan selvsagt kun fastlægges efter analyse af netop denne praksis. En praksis bygget op omkring fx at være vandmiljø-watch aktualiserer bl.a. følgende kompetencer: evne til at indsamle bunddyr, vandprøver, evne til at udføre målinger (fx sedimentation, pH, iltindhold), evne til informationssøgning, bearbejdning og dokumentation (relevant ekspertviden, sagsbehandling og miljølovgivning) og evne til kommunikation og samarbejde (internt, i forhold til NGO og kommunale myndigheder, bidrag til offentlig debat).

Deltagelse: Den enkeltes læring skulle gerne komme til udtryk gennem et individuelt udviklingsspor hvor eleven bevæger sig fra en legitim perifer deltagerposition til at indtage en central rolle i læringsfællesskabet. Indledningsvis vil eleven bestræbe sig på at forstå hvad praksis handler om, imitere mere indsigtsfulde elevers handlinger og deltage i simple aktiviteter. Hvis praksis er tilstrækkelig langvarig, vil eleven i princippet kunne bidrage til at bære og udvikle den. Denne progression kan kun udfoldes såfremt man opererer med langsigtede, måske endda *gennemgående* praksisser, bygget op omkring diverse elevgrupper og et langsomt personflow ind og ud af gruppen.

2.5 Om evaluering af kompetencer

Målet for kompetenceudvikling er vidensbaseret handleformåen. Evaluering af kompetencer må ske i overensstemmelse med såvel selve kompetencemålet som den måde de er lært på (så der skabes "alignment" (Biggs, 1999)). Det vil sige at man må evaluere på vidensbaserede handlinger i relevante sammenhænge. Konkret kan det fx betyde at kompetence til at vurdere skriftlig populærvidenskabelig information evalueres ved at lade eleverne vurdere en ukendt populærvidenskabelig tekst, at eksperimentelle kompetencer evalueres ved at eleverne faktisk planlægger/udfører/interpreterer forsøg i situationen og at evnen til meningsskabelse i et praksisfællesskab måles ved at lade fællesskabet uddrage mening af et projekt med udgangspunkt i praksis. Dette vil implicere ændringer i forhold til mange nuværende eksaminer: proces-orienterede eksamensopgaver må formuleres, rammerne/"settings" må defineres med hensyn til samarbejdsmuligheder, tilgængelige informationer osv., og bedømmelseskriterier fastlægges. Alt sammen så man sikrer at evalueringen reelt indfanger de tilstræbte kompetencer ("validitet"), og at en given præstation bedømmes betryggende entydigt ("reliabilitet"). Dette vil kræve et stort (og givetvis bekosteligt) udviklingsarbejde, hvilket også fremgår af udenlandske erfaringer.

I engelsksproget litteratur kaldes kompetenceevaluering *performance-assessment*. Allerede i midten af 70'erne nedsatte man

i England Assessment of Performance Unit (APU), som i tidsrummet 1978-1988 udviklede kompetencebeskrivelser inden for en række fag, bl.a. *science*, og gennemførte over 40 større nationale undersøgelser, herunder nogle med interaktive evalueringsformer. Erfaringerne herfra er indarbejdet i en lang række senere tiltag, men Tamir påpeger at der fortsat er en række vanskeligheder på vejen til at "*achieve the expected advantages of performance-based assessment*" (Tamir, 1998, s. 764). Blandt sådanne vanskeligheder anføres:

- At det er bekosteligt at udvikle performance-assessments.
- En generel mangel på forståelsesramme. Ofte er det uklart hvad man vil måle, og det bliver svært at udvælge opgaver/problemer samt fastlægge bedømmelseskriterier.
- At performance-assessment uanset realismegrad forbliver en kunstig situation, og at eleverne derfor reagerer anderledes end de ville gøre i dagligdagen.
- Præstation i én kontekst forudsiger kun i ringe grad præstationer i en anden kontekst.
- Det er svært at lave bedømmelseskriterier ("scoring keys") som også kan indfange alternative kvalitetssvar/-handlinger.

Flere større internationale undersøgelser har i de senere år orienteret sig mod at lave performance-assessment. TIMMS fra 1995 indeholdt en evaluering af 7. klasse-elevens formåen i matematik og naturvidenskab via praktiske opgaver (Harmon & Kelly, 1996). Deres analyse demonstrerede at præstationer kan bedømmes rimeligt entydigt, idet de opnår reliabiliteter på ca. 0,90. De danske delresultater viste "*kun en lille korrelation mellem præstationerne for kerneopgaverne fra TIMMS og præstationerne på performance-assessment-opgaverne*" (Weng & Hoff, 1999, s. 231) og afslørede ingen kønsforskelle med hensyn til formåen. Den lave korrelation mellem de to typer af resultater antyder at kompetenceevaluering er noget andet og *giver noget andet* end sædvanlig videnstestning. PISA-undersøgelsen fra år 2000 (Andersen & Sørensen, 2001) tester angiveligt kompetencer, fx *evne til at identificere data, der er nødvendige i en naturvidenskabelig undersøgelse*. Det er imidlertid et spørgsmål

om PISA-undersøgelsernes paper-and-pencil-format og de anvendte scoringsprocedurer er valide, altså om evalueringen faktisk indfanger de reelle kompetencer. Interessant er også spørgsmålet om hvorfra de testede kompetencer stammer: er de udviklet i hverdagen eller skolesammenhæng? Amerikanske undersøgelser (Erickson & Meyer, 1998) peger på at jo mere virkelighedsnære og autentiske testsituationerne bliver, desto sværere får man ved at fastslå kompetencernes oprindelse. Dermed afspejler testresultaterne andet og mere end undervisningens duelighed. Den nationale PISA-score er derfor ikke entydigt et udtryk for skolesystemets succes, hvilket også fremgår af (dele af) OECDs materiale: *“This report is able to make statements about the knowledge and skills of individuals born in the same year and still at school at 15 years of age, but having differing educational experiences, both within and outside school”* (OECD, 2001, s.18). Den politiske og offentlige debat synes undertiden at overse denne omstændighed.

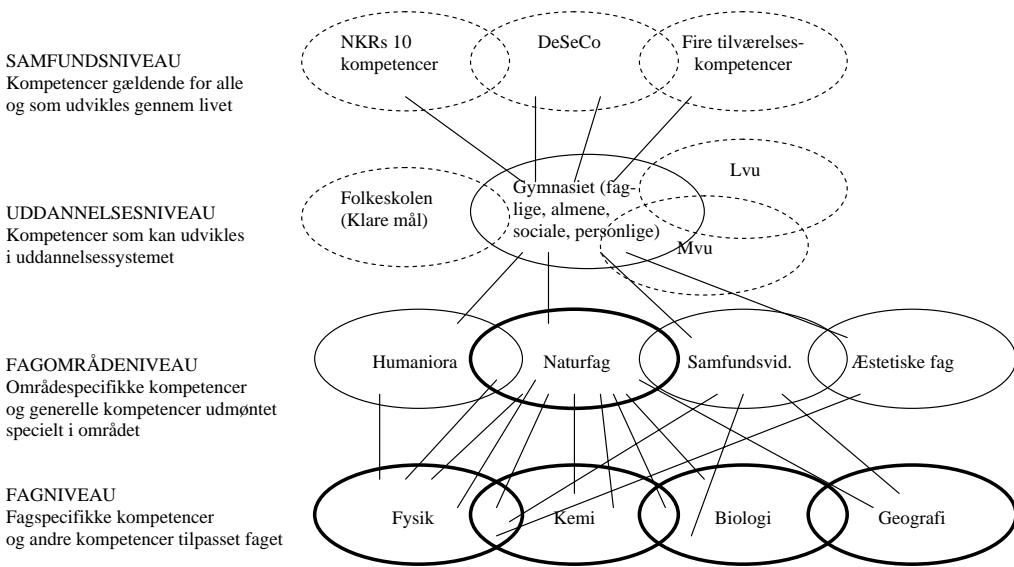
Under udviklingsprogrammet herhjemme har en række kompetencebaserede evalueringsformater været afprøvet (Uddannelsesstyrelsen, 2002a; 2002b): projekteksamen, synopsiseksamen, tema-eksamen og IT-baseret eksamen. Erfaringsopsamlingen (hæfte 18) efterlyser yderligere afklaring i spørgsmålet om vurderingskriterier, fx om man kan/skal søge at udskille og bedømme almene, sociale og personlige kompetencer i tilgift til de faglige kompetencer. Et andet meget relevant spørgsmål er om karakterskalaen fortsat vil kunne bruges som eneste udtryk for elevers kompetencer. I gymnasiesektoren har der også været gennemført forsøg hvor eksperimentelt arbejde indgår i evalueringsgrundlaget, i lighed med evalueringsproceduren ved folkeskolens afgangsprøver fra fysik/kemi. I erfaringsopsamlingen for kemi hedder det bl.a.: *“flere eksaminatorer og censorer værdsætter det langt sikrere bedømmelsesgrundlag, som opnås efter i henved 2 timer at have diskuteret med og oplevet hver enkelt elev i laboratoriet”* (Uddannelsesstyrelsen, hæfte 26, 2003). Evalueringskriterierne fremgår ikke af rapporten, så det kan være svært at udtale sig om reliabilitet og validitet i videnskabelig forstand. I det kompetencedrevne projekt “Autentisk

fysik” (Bangsgaard m.fl., 2001) var evalueringskriterierne tydelige og de deltagende lærere fastslår: *“Det var ikke svært at vurdere den enkelte elev. Lærer og censor var lige så enige om karakterfastsættelsen som ved de traditionelle prøver. Det er til gengæld nemmere at begrunde karakteren over for eleverne, da både elever og lærer kender vurderingskriterierne”*. Lærerne fremhæver yderligere at evalueringstypen, qua sin høje overensstemmelse med den daglige undervisning, giver et mere dækkende udtryk for elevernes udbytte af undervisningen.

3 Naturfaglige kompetencer

Naturfagene indgår i uddannelsessystemet sammen med en række andre faggrupper. Eleverne og de studerende skal derfor både i naturfagene og i disse andre faggrupper udvikle de mere fagovergribende kompetencer (almene, sociale, personlige kompetencer) samtidig med at de i naturfagene udvikler de specifikke naturfaglige kompetencer. En væsentlig del af naturfagenes forpligtigelse over for disse såkaldte *cross curricular competencies* opfyldes i høj grad gennem undervisningens form. Det er derfor vigtigt at der i naturfagene tages eksplicit hensyn til at fremme kompetencer som samarbejdsevne, læringssevne, initiativ osv. gennem den måde undervisningen tilrettelægges på. Der ligger imidlertid et forskningsmæssigt spørgsmål i at afgøre i hvor høj grad disse kompetencer er situationsbestemte og dermed fagspecifikke. Der er fx nok forskel på at samarbejde i en laboratoriesituation og i en teksttolkningssituation, men opbygning af selvtillid kan sandsynligvis foregå på samme måde i naturfag og i andre fag. Vi vil ikke gå dybere i denne problemstilling, men i det følgende primært beskæftige os med de fagspecifikke naturfaglige kompetencer, dvs. de kompetencer som udspringer af fagenes egenart som drivende i arbejdet. De faguafhængige kompetencer kan dog ikke frafilteres helt, så de vil i et vist omfang indgå i de senere omtalte naturfagskompetencer.

Uddannelsessystemet er en del af samfundet og på hvert uddannelsesniveau indgår fagene i en arbejdsdeling med de andre fag. Dette er forsøgt illustreret i figur 3.



Figur 3. Figuren illustrerer hvorledes de kompetencer som gymnasiet kan fremme, udgør en delmængde af de samfundsmæssige kompetencer. Naturfagene kan på sin side honorere en del af disse gymnasiespecifikke kompetencer, og de enkelte naturfag dækker tilsammen disse kompetencer og bidrager samtidig til at opfylde andre fagområders kompetencekrav.

Overordnet set må det vurderes hvilke kompetencer på samfundsniveau som uddannelsessystemet kan og bør dække. Vægtningen mellem kompetencerne kan variere gennem systemet, og der vil være samfundsrelevante kompetencer som næppe kan tilgodeses i uddannelsessystemet, og omvendt vil uddannelserne sandsynligvis fostre kompetencer som ikke indgår i de samfundsmæssige. Denne vægtning er i bund og grund politisk. På de enkelte niveauer i uddannelsessystemet må man afgøre hvilke kompetencer der primært kan tilgodeses i naturfagene. I figur 3 er ungdomsuddannelserne fremhævet som eksempel, og det er vist hvorledes disse overordnede naturfagskompetencer fordeles mellem de naturvidenskabelige fag. På tilsvarende vis vil naturfagene i folkeskolen tage sig af udvalgte dele af de kompetencer som folkeskolen skal give sine elever osv. Disse naturfaglige kompetencer på de enkelte

niveauer vil tilsammen give de naturfaglige kompetencer i uddannelsessystemet. Denne “på langs-gående” oversigt vil vi præsentere i kapitel 4.

3.1 Naturfagenes egenart

Vel alle videnskaber beskæftiger sig i et eller andet omfang og på en eller anden måde med naturen, men det der gør naturfagene til naturvidenskab, er de indsigter som de får ud af naturen, og den måde de opnår disse indsigter på. Det er imidlertid vanskeligt at give et fælles bud på hvad naturfagene som samlet gruppe i uddannelsessystemet kan bibringe elever af kompetencer som er specielt for denne faggruppe.

Et vigtigt spørgsmål i denne sammenhæng er om der er en speciel naturvidenskabelig epistemologi, eller om naturvidenskabernes måde at drive videnskab på primært er bestemt af dets genstandsområde. Vi har en ikke særlig velunderbygget opfattelse af at der eksisterer en dialektik mellem genstandsfeltet og epistemologien. Genstandsfeltet “peger” så at sige på en bestemt epistemologi: fx er den døde, kausale natur velegnet til reproducerbare eksperimenter. Omvendt er en bestemt erkendelsesform velegnet til nogle bestemte områder - matematisk modelbyggeri giver bedre mening på et magnetfelt end på mellem menneskelige relationer. Epistemologi eller indhold som det vigtigste er således ikke et enten eller, men et både og. Samtidig er det vores opfattelse at det gennem historien har vekslet hvilken af de to sider der har været dominerende. Da den “moderne” naturvidenskab voksede frem i 1600-tallet var det epistemologien der var drivende, det var naturfilosofiens rationelle projekt som adskilte naturvidenskaberne fra andre videnskaber. Der er siden foregået en vis konvergens mellem videnskaberne, så alle videnskaber benytter alle erkendelsesmetoder alt efter hvad der passer bedst til den aktuelle problemstilling. Genstandsfeltet har således fået en relativt større betydning som adskiller mellem videnskaberne. Vi vil først se på epistemologien for i afsnit 3.3 at se på indholdet.

Opfattelsen af naturfagenes epistemologiske egenart - om der

er en sådan, og hvordan den i givet fald er - hænger tæt sammen med hvilken videnskabsteoretisk position man indtager. Der har været mange bud på naturvidenskabelige erkendelsesprocesser (Andersen, 2003). Den logiske positivisme lægger fx vægt på empiriske udsagn og induktiv logik, den kritiske rationalisme lægger vægt på opstilling af teorier som skal kunne falsificeres, mens socialkonstruktivister ser naturvidenskabens viden som konstrueret i og præget af sociale kontekster - og socialkonstruktionisterne mener nærmest at naturen selv bliver skabt med i disse diskursive processer!

Videnskabssociologer giver også meget forskellige bud på hvad der konstituerer videnskaberne. Standardopfattelsen af naturvidenskaben er udtrykt af Robert Mertons CUDOS-normsæt (Communism, Universalism, Disinterestedness, Organized, Scepticism) (Merton, 1973) for frembringelse af naturvidenskabelig viden. Samtidig ses ofte videnskaberne som en pyramide med fysik i toppen, efterfulgt af kemi, biologi osv., og i bunden humanvidenskaber som psykologi. Dette idealbillede er blevet anfægtet fra mange sider. Kuhns paradigmeopfattelse indebærer en ikke-realisme og Feyerabends "anything goes" fraskriver rationalitet afgørende betydning. Der er således mange argumenter for at naturvidenskaberne ikke kan karakteriseres ved og adskilles fra andre videnskaber gennem en særegen, generelt anerkendt epistemologi. Nancy Cartwright nedbryder den hierarkiske pyramideopfattelse hvor:

"... the laws and concepts of each scientific domain are reducible to those of a more fundamental domain, all arranged in a hierarchy, till we reach physics at the pinnacle." (Cartwright, 1999, s. 6).

I stedet ser hun videnskaberne som adskilte balloner hæftet til forskellige dele af verden:

"... the sciences are each tied, both in application and confirmation, to the same material world; their language is the shared language of space-time events. But beyond that there is no system, no fixed relations among them. The balloons can be tied together

to co-operate in different ways and in different bundles when we need them to solve different problems.” (Cartwright, 1999, s. 6).

Der er ifølge Cartwright ingen logisk, konsistent måde at foretage en arbejdsdeling mellem videnskaberne på.

Det kræver en omfattende udredning at tage et standpunkt i dette komplekse felt. Vi vil ikke argumentere for en epistemologisk rangordning af videnskabsområderne med naturvidenskaberne i toppen og litteraturteori i bunden. Men vi vil heller ikke fornægte at der i praksis findes nogle karakteristiske erkendelsesformer som naturvidenskaberne i høj grad bygger på. Vi vil især pege på:

reduktionisme	}	(modellering)
kausalitet		
verifikation/falsifikation		
vekselvirkning, omverden-teori		(eksperimenter)
iagttagelse, beskrivelse, analyse, præsentation		(repræsentationer)

Vi vil ikke påstå at andre fagområder ikke betjener sig af disse måder at erkende naturen på, men for naturfagene er de centrale og har en for disse fag specifik, kulturbunden udformning. Fx er evnen til at repræsentere naturen jo en evne alle fag/videnskaber der arbejder med naturen, må have, men naturfagenes repræsentationer er i særlig grad karakteriseret af grafiske og matematisk/logiske symboler. Naturfagenes modeller er udviklet inden for afgrænsede systemer og med en stringent matematisk udformning. Eksperimenter inden for naturfagene er en veludviklet genre med ret præcise regler og normer (fx reproducerbarhed, usikkerheds- og fejlberregninger, etc.).

Der er i oversigten i parentes angivet de kompetencer som kan siges at rumme de nævnte erkendekategorier. Med denne tilgang vil man således kunne sige, at de specifikke naturfaglige kompetencer er: *modelleringskompetence*, *eksperimentel kompetence* og *repræsentationskompetence*. For at medtage dannelses-

aspekterne af naturfagene skal man tilføje en *perspektiveringskompetence* der indbefatter evnen til at kunne overskride fagene i forhold til andre fag og i forhold til samfundet og den lærende selv.

Alt efter temperament og den vægt man vil give dem i de enkelte fag, kan man så tilføje kompetencer af mere generel art, fx kompetencer til at kommunikere, ræsonnere etc. Disse kompetencer fra figur 3's højere niveauer anvendes jo på de pågældende fags specifikke genstandsområde med fagets kulturelle ballast og har derfor en for faget speciel udformning. For at gøre de enkelte fags kompetencebeskrivelser læsbare vil det derfor nok være hensigtsmæssigt at indarbejde de ovenfra arvede kompetencer i fagets egen kompetencebeskrivelse.

3.2 De enkelte naturfags kompetencer

Bortset fra at naturfagene beskæftiger sig med naturen, dækker de over mange fag med hver sit genstandsfelt og hver sin tilgang til sit område. De har vel en fælles vag reference til det videnskabelige gennembrud, det rationelle projekt, båret af navne som Galilei og Newton, men der er senere gennem historien sket en opsplitning. En meget grov deling kan spores tilbage til 1600-tallets to måder at beskæftige sig med naturen på (Dolin, 2001). *Naturfilosofien* var den matematisk baserede naturbeskrivelse hvor naturen blev almengjort og bragt på matematisk form. Man formulerede eviggyldige sandheder som Newtons *Principia* fra 1687, og fysikken og kemien har sine rødder her. Heroverfor lagde *naturhistorien* vægt på de spor som historiens gang prægede den fysiske verden med. Der blev arbejdet med strukturers mangfoldighed og foranderlighed som i Stenos *De Solido* fra 1669, og geoscience og biologi har sine rødder her. I dag er grænserne udviskede. De "hårde" naturvidenskaber inddrager psykologiske og narrative elementer i epistemologien og som en del af genstandsfeltet, og de "bløde" naturvidenskaber forsøger at formulere sig i matematiske, stringente termer. I overensstemmelse med Cartwrights ballonmodel er det derfor nok mere frugtbart at anerkende at eventuelle fælles træk ved naturfagene har så forskellig vægt og

udformning i de enkelte naturvidenskabelige fag, at det ikke giver mening at beskrive en fælles kerne. Fagene skal snarere beskrives som nogle kulturelt udviklede redskaber til at arbejde med nogle bestemte problemkredse. Der er et vist overlap mellem arten af problemstillinger og måderne de angribes på, men fagene afspejler en intern rationalitet. Fagenes udøvere ser så at sige noget som andre ikke ser, og novicer skal gennem omgang med fagets praksis tilegne sig dette syn og en evne til at kunne omgås fagets problemkreds. Herved bliver man en kompetent udøver af faget!

Denne måde at betragte naturfagene på lægger op til en pragmatisk analyse af den aktuelle praksis i fagene som basis for en formulering af de kompetencer der kræves af og bør udvikles i fagene. Vi har ikke kunnet afdække disse kompetencer der rent faktisk arbejdes hen imod i de enkelte fag, det ville kræve et omfattende feltarbejde, men vi har set på hvorledes de udtrykkes gennem fagenes officielle krav.

Analyse af naturfagenes formulerede kompetencekrav

Fagenes selvforståelse og intentioner kommer til udtryk i deres aktuelle bekendtgørelser. Inden for rammerne af denne artikel vil det være relevant at analysere disse med hensyn til hvilke begrundelsesaspekter der henvises til i fagenes undervisningsmål. Lige så indlysende er det at kortlægge elevernes tilsigtede kunnen inden for de fire overordnede naturvidenskabelige kompetencekategorier: modelleringskompetence, repræsentationskompetence, eksperimentel kompetence samt perspektiveringskompetence. Som et konkret eksempel har vi analyseret naturfagene på obligatorisk gymnasieniveau langs disse dimensioner. Gymnasiefagene er ikke konsekvent skrevet i kompetencetermer, men beskrivelserne af hvad eleverne skal kunne, kan relativt ukompliceret fortolkes ind i kompetencekategorierne. På baggrund af en sådan analyse er nedenstående karakteristika fremkommet:

Fysik:

- *Hvilke begrundelser kan man læse af fagets undervisningsmål?:* Undervisningsmålene for obligatorisk fysik udtrykker at man (i hvert fald fra officielt hold) har orienteret sig mod den moderne science literacy-tænkning. Undervisningen begrundes således primært med demokrati- og kulturargumenter. Den mere generelle formålsbeskrivelse taler også om kreativitet og nysgerrighed, men det er ikke gjort til et undervisningsmål.
- *Kompetencer:* Umiddelbart tegner der sig et misforhold mellem erklærede mål og ekspliciterede kompetencer. En række snævert faglige kompetencer er beskrevet i stor detalje, væsentligst knyttet til kategorierne modellering og det eksperimentelle. Derimod er perspektiveringskompetencen, som primært modsvarer demokrati- og kulturbegrundelserne, mere vagt formuleret. Eleverne skal blot have “kendskab til ...” en række perspektiver. I fagets bedømmelseskriterier indgår på standardiseret vis “at eleven kan perspektivere stoffet”.

Kemi:

- *Hvilke begrundelser kan man læse af fagets undervisningsmål?:* Allerede her finder man den første væsentlige forskel i naturfagernes selvopfattelse. I det omfang kemi ikke blot henviser til sig selv, henvises der mere eller mindre eksplicit til personlig nytteværdi i hverdagen. Dette er nærmest komplementært til fysik.
- *Kompetencerne:* De eksplicite delkompetencer er knyttet an til stofområder og langt overvejende intrafaglige. Blandt disse er de eksperimentelle kompetencer tydelige og perspektivering fraværende. I bedømmelseskriterierne indgår om eksaminanden: “*perspektiverer stoffet, evt. med eksempler fra hverdagen.*” Hvis undervisning og bedømmelseskriterier skal hænge sammen, må der være tale om en meget snæver tolkning af perspektivering.

Biologi:

- *Hvilke begrundelser kan man læse af fagets undervisningsmål?*
Undervisningsmålene er langt overvejende intrafaglige. Som et sidste punkt (blandt syv) anføres at eleverne skal opnå *“faglig baggrund for at tage stilling og handle velovervejet i forhold til egne og samfundsmæssige problemer med biologisk indhold.”* Der er således ikke kun tale om et kognitivt udbytte-mål, men om et vist dannelsesindhold. I denne sætning henvises der reelt både til en personlig nytteværdi og en demokratisk begrundelse for faget.
- *Kompetencer:* Eleverne skal først og fremmest *kende til og vide* noget om forskellige biologiske områder. Det pointeres ikke at emner som fysiologi og økosystemer skal tjene perspektiverende og/eller dannende formål. Evnen til personlig stillingtagen indgår ikke i bedømmelseskriterierne. Tydeligst beskrevet er de eksperimentelle kompetencer.

Geografi:

- *Hvilke begrundelser kan man læse af fagets undervisningsmål?:*
Geografi skiller sig klart ud med en række henvisninger til en traditionel dannelsestænkning, fx skal eleverne *opnå omverdens- og mellemfolkelig forståelse samt evne til selvstændig og nuanceret stillingtagen*. Alle formuleringer viser tilbage til demokrati- og kulturbegrundelser for faget.
- *Kompetencer:* Geografi opererer ikke med eksperimentel kompetence i samme forstand som de øvrige naturfag. Der er højst tale om at *“søge... geografiske data og anden information.”* Først og fremmest tyder formuleringerne på en vægtlægning af modellering (fx *“opnå et geografisk verdensbillede ... ved modelbetragtninger og ved egne iagttagelser”*) og perspektiveringer (fx *“samspil mellem natur og samfund”, “naturudnyttelsens bæredygtighed i vekselvirkning med den teknologiske og økonomiske udvikling”*). I de andre naturfag er det relativt let at isolere en intrafaglig kerne - og perspektiveringskompetencen udtrykker i disse tilfælde en evne til overskridelse af den snævre faglighed. Det der i de andre fag

fremstår som perspektiveringskompetence, synes at være intrafaglig kompetence i geografi.

Opsummering: Analysen peger på en række forskelle i naturfagenes formelle og aktuelle fremtræden (i hvert fald i det almenne gymnasium). Som den ene yderlighed fremstår kemi med fokus på intrafaglige kompetencer og personlig nytteværdi som mål. Fysik har demokratiserende og kulturorienterede mål som bare ikke modsvares af de eksplicitte (og meget kognitive) kompetencemål. Biologi er mindst udførlig med hensyn til sine mål, men udvider feltet med mere dannelsesmæssige mål. Geografi skiller sig afgørende ud ved markante, traditionelle dannelsesmål, ved ikke at arbejde med eksperimenter i samme forstand som de øvrige og ved nærmest at være perspektiverende af natur.

Et konkret eksempel på en kompetenceformulering

Som et eksempel på en kompetenceformulering af et fag baseret på både normative og pragmatiske overvejelser kan følgende bud på fysikkompetencer anføres (efter (Dolin, 2003a)). Forslaget skal ikke betragtes som endeligt eller fuldt konsistent, men som et første forsøg på en beskrivelse af de fysikhandlinger som elever burde være i stand til at udføre efter at have gennemgået undervisningen i fysik på det gymnasiale niveau.

Først bliver de fire kompetencer som ligger centralt i naturfagenes egenart formuleret inden for fysikfagets univers. Det drejer sig om *modelkompetencen*, den *eksperimentelle kompetence*, *repræsentationskompetencen* og *perspektiveringskompetencen*. Vi har i perspektiveringskompetencen integreret en beskrivelse af hvad det vil sige at være dannet inden for fysik, både set som en klassisk og nyhumanistisk dannelse (man kunne kalde det en kritisk refleksions- og handlekompetence) og set som en post-moderne dannelse (man kunne kalde det for en selvrefleksionskompetence). Herved er perspektiveringskompetencen blevet den mest omfattende kompetence, hvilket er i fin overensstemmelse med intentionerne om at vægte naturfagenes metaaspekter højere.

Derefter følger tre kompetencer som vel vil kræves i alle fag, nemlig et funktionelt kendskab til kulturen (*tankegangskompetence*), en evne til at kunne begå sig i kulturen (*ræsonnementskompetence*) og en evne til at kunne kommunikere med og om faget (*kommunikationskompetence*).

Eleverne skal kunne:

● **Opbygge og analysere modeller**

- formulere et fysikfagligt problem
- gøre problemet tilgængeligt for en eksperimentel undersøgelse
- udvælge relevante variable
- behandle og tolke de opnåede resultater og på baggrund heraf opstille en matematisk model der beskriver problemet
- afprøve og validere modellen
- i udvalgte tilfælde kunne koble empiriske modeller til relevant teori

● **Planlægge, udføre og beskrive fysiske eksperimenter**

- anvende almindeligt forekommende måleudstyr, herunder edb-udstyr til dataopsamling og data-analyse
- kunne vurdere måleresultaters pålidelighed og undersøgelsesmetoders hensigtsmæssighed, herunder kommentere fejlkilder og usikkerhed
- have forståelse for sammenhængen mellem teori og eksperiment

● **Arbejde med forskellige repræsentationer af fysiske fænomener**

- kende til forskellige repræsentationer af fysiske fænomener eller situationer og de forskellige repræsentationers styrker og svagheder
- kende de indbyrdes forbindelser mellem disse repræsentationer og kunne vælge blandt og skifte mellem forskellige repræsentationsformer, alt efter situation og formål

● **Perspektivere fysikken i forhold til faget selv, andre fag, erkendelsesforhold, historisk udvikling og sig selv**

- kunne reflektere over fysikkens egnethed til og begrænsning ved arbejde med forskellige typer problemstillinger
- kunne tage stilling til pålideligheden af udsagn som indeholder fysikviden i almindelige informationskilder som aviser, medier o.l.
- forholde sig til risikovurderinger og etiske og moralske problemstillinger inden for fysikfaglige områder
- kunne give eksempler på anvendelse af fysikkens resultater og metoder inden for andre fag- eller praksisområder (fx teknik, astrofysik, biofysik, geofysik)
- kende elementer af fysikkens verdensbillede og erkendelsesformer og have indsigt i de forståelser og erkendelser der ligger heri
- kende elementer af fysikkens historie og have indblik i hvorledes fysikkens udvikling er forbundet med samfundsmæssig og teknisk udvikling
- kende til handlemuligheder for sig selv og for samfundet i tilfælde hvor fysikken beskæftiger sig med aktuelle samfundsmæssige problemstillinger

- relatere sig selv til fysikkens beskrivelse af omverdenen
- vurdere fysikkens værdinormer og vidensideal i relation til andre vidensformer og værdinormer

● **Udøve fysikfaglig tankegang**

- kunne udpege de væsentligste begreber i almindelige problemstillinger med et fysikfagligt indhold, så de kan gøres til genstand for en fysikfaglig behandling.
- stille spørgsmål som er karakteristiske for fysik, og have blik for hvilke typer svar som kan forventes
- kende, definere og håndtere fysiske begreber og størrelser og forstå deres forankring i centrale fænomener
- kende fysiske teories gyldighedsområde

● **Ræsonnere fysikfagligt**

- forstå og anvende bogstavsymboler og formelsprog og disses relationer til naturligt sprog
- anvende og regne med enheder
- følge og tage stilling til en fysik-argumentation på skrift eller fremført af andre
- kunne følge de bærende ideer i en fysisk udledning og kunne udtænke og gennemføre udledningen af fysiske formler
- løse åbne såvel som lukkede problemer inden for fysikken

● **Kommunikere i, med og om fysik**

- søge og anvende information om fysiske størrelser og fænomener fra tabelværker, databaser m.m.
- kunne behandle og i simple tilfælde vurdere udsagn om teknisk og naturvidenskabeligt prægede problemstillinger
- udtrykke sig med forskellige grader af faglig præcision i et fysikfagligt sprog
- formidle såvel teoretiske som eksperimentelle emner med et fysisk indhold til forskellige kategorier af modtagere
- kunne samarbejde med andre i løsning af praktiske og teoretiske fysikproblemer

Det er en svær balance at afgøre hvor mange kompetencer man skal have med for at dække fagfeltet, og hvor detaljeret de enkelte kompetencer skal beskrives. Der er jo ikke megen hjælp i at skrive at eleverne skal kunne fysik, og der vil heller ikke være vundet meget ved at have en så detaljeret kompetencebeskrivelse, at der ikke levnes plads til klassens egen udfoldelse (det som Mogens Niss kalder behaviorismefælden (Niss, 1999)).

Man kunne fx argumentere for at tankegangs-, ræsonnements- og kommunikationskompetencerne er indeholdt i de fire første (centrale naturfaglige) kompetencer idet disse jo kræver at man med udgangspunkt i en forståelse af fysikfagets egenart kan ræsonnere inden for fysikken med anvendelse af fysikkens red-

skaber, og at man kan udtrykke og formidle sine resultater. Men dels er en sådan supplerende beskrivelse, som de tre kompetencer kan opfattes som, i overensstemmelse med KOM-projektets opdeling, hvilket vi anser af stor uddannelsespolitisk betydning, og dels giver disse tre kompetencer nogle præciseringer som er af praktisk værdi for fagets udøvere.

I overensstemmelse med vores argumentation for at dannelseselementerne skal kompetenceformuleres, og dermed evalueres, på lige fod med fagets andre krav for at blive taget så alvorligt at der undervises med henblik på at danne eleverne, har vi udformet de to dannelseskompetencer. Man kan også udtrykke det som en insisteren på at formålet med faget operationaliseres således at det ikke opfattes som noget der “kommer ind ad bagdøren” når man arbejder med fagets traditionelle problemstillinger, men som aspekter der skal adresseres eksPLICIT. Dette vil kræve ganske omfattende omlægninger af undervisningen.

3.3 Hvad med indholdet?

Kompetencerne opnås ved at arbejde med de enkelte fags faglige indhold, men vil langt hen ad vejen være uafhængige af dette indhold. Dette betyder ikke at indholdet er ligegyldigt - at det faglige indhold fx er lige godt alt sammen. Der kan være motivationsmæssige grunde til at vælge noget indhold frem for andet. Der kan også være progressionsmæssige grunde til at nogle problemer og emner behandles på bestemte trin i uddannelsessystemet, fx kan man tænke sig at bestemte emner/problemstillinger gentages på forskellige trin, så man kan bygge på foregående trins indsigter. Endelig kan der være fagdidaktiske grunde til at vælge bestemte emners forståelsesformer frem for andres.

I det omfang at et fag ikke udelukkende konstitueres af en epistemologi, men også af et indhold (som vi har argumenteret for i afsnit 3.1), så bør de fagspecifikke kompetencer formuleres som evner til at arbejde med dette bestemte indhold. Eller med eksemplariske dele af dette indhold. Her vil den nævnte dialektik mellem epistemologi og indhold kunne fremhæve

noget indhold frem for andet, ofte med historiske eksempler som velegnede til at bære de centrale pointer. Michael Matthews har givet en række eksempler herpå. (Matthews, 1994; Matthews, 1998).

Når dannelsen integreres i kompetencebeskrivelsen vil indholdet også kunne trækkes ind i beskrivelsen ad denne vej. Fx plæderer Wolfgang Klafki for at dannelse indebærer kendskab til nogle tidstypiske nøgleproblemer (Klafki, 2001), så hvis man accepterer denne tilgang til dannelse, vil man kunne argumentere for at man af civilisatoriske grunde skal have kendskab til bestemte problemstillinger. Som eksempler på sådanne tidstypiske nøgleproblemer nævner Klafki fredsspørgsmålet, miljøspørgsmålet, den samfundsskabte ulighed, teknologien, subjektivitetens dannelse. (Klafki, 2001, s. 73ff).

En anden måde at inddrage genstandsfeltet på i en kompetencebeskrivelse af et naturfag vil kunne være gennem en formulering af hvad det vil sige at kunne agere hensigtsmæssigt - og herunder dannet - inden for udvalgte emneområder som er karakteristiske for faget. Dette vil være en mere fagintern tilgang hvor man forsøger at indfange de områder hvor naturfagene har gjort de vigtigste erkendelser, både set med egne øjne og i forhold til samfundsmæssig og kulturel gennemslag. Disse områder bør naturligvis udvælges og beskrives grundigere, men som nogle meget overordnede naturfaglige (indholds)kategorier kunne man forestille sig:

- rum, tid og bevægelse (kinematik, relativitetsteori, geologisk skala)
- fra det mindste til det største (elementarpartikler til galaksehobe, organisationsniveauer, stoffets opbygning, mangfoldighed/diversitet)
- processer (faseændringer, kemiske reaktioner, energitransformationer, grænseudvekslinger, bevarelsessætninger, kontrol/styring, reversibilitet/irreversibilitet, geologiske kredsløb, procesteknologi, struktur/funktion)

- vekselvirkninger (nær/fjernvirkninger, felter, kræfter, kausalitet)
- naturen (naturen som produktionsgrundlag, miljøproblemer, bæredygtighed, økosystemer, atmosfæren, oceanerne, evolution)
- forestillinger om verden (natursyn, determinisme/indeterminisme, verdensbilleder)
- model og virkelighed
- forholdet sig til verden (bæredygtighed, etik, demokratisk dimension).

Inden for et sådant overordnet naturfagligt emnespektrum vil de enkelte naturfag kunne finde deres plads og formulere deres specielle kombination af kompetencer og indhold. De forskellige tilgange til at kombinere kompetence med indhold på udelukker ikke hinanden - der findes mange måder, og pragmatiske beslutninger er mulige.

4 Naturfaglige kompetencer i uddannelsessystemet

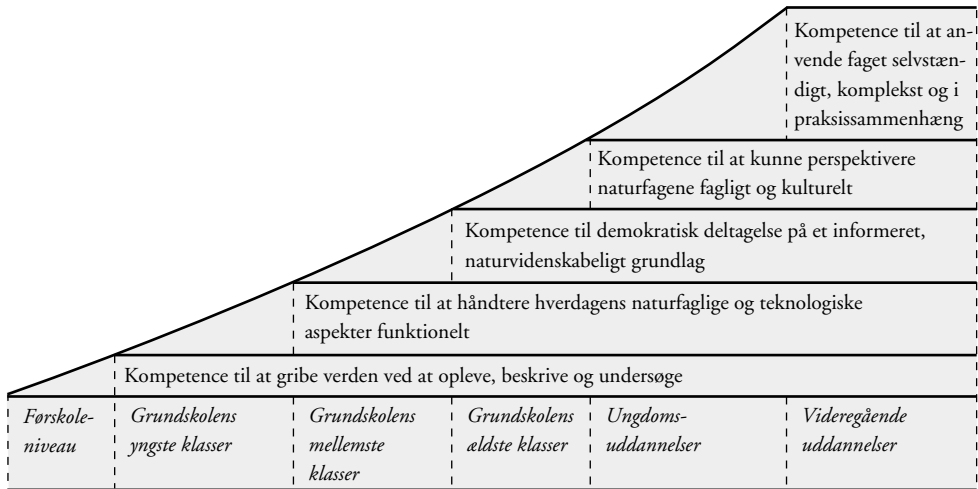
- en syntese

Vi vil i dette kapitel forsøge at samle trådene og give både et overblik over naturfagenes kompetenceudvikling og nogle konkrete eksempler på kompetencebeskrivelser.

4.1 Naturfaglige kompetencer på langs

Udviklingen - eller progressionen - i naturfaglige kompetencer i uddannelsessystemet kan beskrives med nedenstående figur (figur 4). Progressionen skal forstås således at hvert af de fem progressionstrin bygger på og inkluderer de foregående, idet et givet undervisningsniveau ikke vil gentage de foregående niveauers kompetencer, men videreudvikle og forfine dem. Figuren skal desuden afspejle at hvert progressionstrin - om end det for alvor først kommer på banen på ét uddannelsesniveau - også indgår i mindre omfang på lavere niveau. Ved at indpasse progressionsovervejelserne fra kapitel 2 i trinene i

figur 3 er der foretaget en tilpasning til det danske uddannelsessystems niveauer.



Figur 4. Progression i kompetencer.

En af styrkerne i en kompetenceformulering er dens evne til at beskrive kravene til fag på langs og på tværs af uddannelsessystemet. Vi har i nedenstående skema (tabel 2) givet et bud på nogle overordnede kategorier til at beskrive naturfagenes kompetenceudvikling på langs af uddannelsessystemet. Vi har her samlet mange af de i kapitel 2 omtalte progressionsovervejelser.

Tabel 2: Kompetenceudvikling på langs i uddannelsessystemet

Niveau	Kompetenceformål	Delkompetencer	Progressionstrin
Folkeskolens yngste klasser	<i>Oplevelse, erfaringer og undersøgende tilgange</i> At eleven får oplevelser og erfaringer med naturen samt fornemmer glæden ved at undersøge og forstå denne	Kompetence til at gribe verden: - at kunne stille spørgsmål med nysgerrigheden om hverdagsoplevelser som drivkraft - at søge svar via observation og simpel undersøgelse af fænomener i den nære omverden - at kunne beskrive og ordne iagttagelser samt fortælle om de tanker de afføder	Fokus på de <i>affektive</i> faktorer og på at <i>kende</i> til især den nære omverden. Den <i>fænomenografiske</i> repræsentationsform i centrum støttet af <i>kinæstetisk</i> og <i>billedmæssig</i> opfattelse. Den opnåede viden er <i>ensidigt struktureret</i> .

<p>Folkeskolens mellemste klasser</p>	<p><i>Personlig nytte-værdi i hverdagen</i> At eleven kan håndtere sin hverdag, orientere sig og kvalificere sine beslutninger ved hjælp af relevante naturvidenskabelige og teknologiske principper.</p>	<p>Kompetence til at håndtere hverdagens naturfaglige og teknologiske aspekter funktionelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - at anerkende og forstå naturvidenskabens og teknologiens indflydelse i hverdagen - at kunne benytte sig af <i>black boxes</i> (teknikker, formler, metoder osv., hvis baggrund ikke nødvendigvis skal være kendt for og forstået af den lærende), når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde - at kunne genkende naturvidenskabelige og teknologiske principper bag hverdagsfænomener - at kunne benytte sig af <i>simple modeller</i> (i bredeste forstand) og <i>undersøgende tilgange</i>, når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde - at tage personlige beslutninger om emner som involverer naturvidenskab (så som motion, kost, kemikaliehåndtering, alkohol osv.), på et informeret grundlag. 	<p>Fokus på funktionaliteten af elevernes viden. Begyndende <i>begrebsmæssig</i> repræsentation vha. <i>fagsprog</i> og eksperimentelle tilgange til problemer. <i>Flersidigt struktureret</i> viden.</p>
<p>Folkeskolens ældste klasser</p>	<p><i>Demokratisk deltagelse</i> At eleven bliver i stand til at forstå, vurdere og engagere sig i offentlige debatter og væsentlige samfundsmæssige forhold på et informeret, naturvidenskabeligt grundlag</p>	<p>Kompetence til demokratisk deltagelse på et informeret, naturvidenskabeligt grundlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> - at være i stand til at læse, forstå og kritisk vurdere skriftlig populærvidenskabelig information - at kunne søge information og foretage egne undersøgelser, når det er muligt og relevant - at være i stand til at identificere de underliggende naturvidenskabelige spørgsmål ved fx lokale og nationale beslutninger - at være i stand til at vurdere kvaliteten af naturvidenskabelig information på baggrund af kilde, bevisførelse og konklusionskraft - at kunne benytte sig af eksperter (læreren, bogen, Internettet, offentlige videnspersoner osv.), når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde 	<p>Fokus på det samfundsmæssige perspektiv - og dermed en overskridelse af et snævert individuelt perspektiv. Vægt på <i>deskriptive</i> repræsentationsformer. Den flersidigt strukturerede viden har <i>flere relationer og større konsistens</i>.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - at tage personlig stilling til samfundsmæssige emner som involverer naturvidenskab (fx brug af energiressourcer, CO₂-udledning, genmanipulering osv.), på et informeret grundlag. 	
Ungdomsuddannelserne	<p><i>Kulturbevidsthed og faglig refleksion</i></p> <p>At eleven får kendskab til og forståelse for naturvidenskabelig viden og vidensskabelse. At eleven forstår naturvidenskabens kulturelle forankring og betydning, samt får indblik i naturvidenskabens konsekvenser for den enkelte og for samfundet.</p>	<p>Kompetence til at kunne perspektivere naturfagene fagligt og kulturelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - at være i stand til at sammenholde forståelsen af teknologi (forstået som naturvidenskab i praksis) med forståelsen af dens naturvidenskabelige principper - at kunne diskutere naturvidenskabens måder at generere og standardisere viden på - at kunne benytte sig af <i>standardiserede metaforer</i> (fx begreber), når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde - at kunne benytte sig af <i>standardiseret viden</i> inden for faget, når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde - at kunne benytte sig af <i>flerfaglige modeller</i>, når det er nødvendigt og på en hensigtsmæssig måde - at kunne diskutere naturvidenskabens samfundsmæssige og kulturelle betydning (ved hjælp af eksempler). 	<p>Fokus på naturvidenskabernes metaperspektiver og på at etablere sammenhænge mellem undervisningens mange elementer og overskridende aspekter.</p> <p>Anvendelse af <i>matematisk symbolsk</i> repræsentationsform.</p> <p><i>Relationel viden</i> (sammenhængende og meningsfuld forståelse ved at integrere delene) og <i>en vis abstrakt viden</i>.</p>
Videregående uddannelser	<p><i>Professionsrettet nytteværdi, kompleksitet og autonomi</i></p> <p>At den studerende lærer at anvende naturfaglig viden i komplekse sammenhænge og/eller opnår personlig autonomi i og med faget.</p>	<p>Kompetence til at anvende faget selvstændigt, komplekst og i praksissammenhæng:</p> <p>Afhængigt af uddannelsernes sigte og struktur vil man kunne operere med forskellige grader af bl.a. nedenstående kompetencer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - evne til at bruge naturfaglig viden i en tværfaglig sammenhæng - beherskelse af grundlæggende faglige teknikker og metoder - evne til at redegøre for og diskutere faglige eksemplarer i dybden 	<p>Fokus på faglig fordybelse, faglig kreativitet og praksisnære/professionsrettede anvendelser.</p> <p><i>Abstrakt viden</i> (strukturer generaliseres til nye områder).</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - evne til at skabe sammenhæng og struktur i faget - evne til autonom brug af naturfaglig viden - evne til problemløsning og kompleksitetsreduktion med naturfag - evne til kreativ og innovativ anvendelse af naturvidenskab - evne til at generere ny standardiseret viden - evne til at indgå i naturvidenskabelige fællesskaber i overensstemmelse med faglige normer og værdier - evne til ajourføring af naturfaglig viden - evne til formidling af naturfaglig viden. 	
--	--	---	--

4.2 Eksempliceringer og cases

For at få kød og blod på de af og til ret overordnede overvejelser har vi udarbejdet og fået udarbejdet forskellige eksempler på progression i naturfag og på kompetencebaseret undervisning.

Vi har forsøgt at give et bud på progression i to af de centrale naturfaglige kompetencer, nemlig modelleringskompetence og eksperimentel kompetence, samt et bud på progression i kompetencerne knyttet til et emneområde, nemlig klimatologi. Vi har desuden kontaktet undervisere forskellige steder i uddannelsessystemet som vi har haft kendskab til underviste kompetencerettet. Vi har bedt dem - ud fra nogle overordnede retningslinier - om at give en kortfattet beskrivelse af deres undervisning og hvorledes den fremmer de ønskede kompetencer.

Eksempliceringer med progression i en kompetence og et emne

Vi har her samlet en række eksempler på progression inden for en bestemt kompetence eller et bestemt emne. Eksemplerne er af mere normativ art for at illustrere begrebsættets anvendelse.

Progression i modellering

En model kan ses som en repræsentation af noget andet: en idé, et objekt, et fænomen, en proces, et system etc. Modellen kan træde i stedet for dette andet og gøres til genstand for studier som kan give information om det der modelleres.

Barnets første tegning af far er en model som viser sig at fremhæve karakteristiske træk. Legetøjsbilen og dukken er mere nøjagtige skalamodeller. En fortælling kan ses som en model af et forløb, og en tekst som en model af det der skrives om. Grafer og skematiske tegninger er mere abstrakte modeller, og formler er matematiske modeller af sammenhænge i et givet fænomen.

Modelbegrebet kan således opfattes meget bredt som en simplifikation, en reduktion, af omverdenen.

1.-3. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Se og opleve enkle afbildninger eller animationer som udtryk for virkelighedens fænomener. - Glæden ved at sanse, undersøge og skabe alene og i fællesskab er central. - At kunne fremstille (tegne, bygge) enkle modeller af den nære omverden.
4.-6. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne foretage enkle, målbevidste simplificeringer og generaliseringer og kunne skelne mellem model og virkelighed (fx at oxygenatommodellen er rød med et vist antal huller fordi den er konstrueret ud fra en række kendte data, men virkelighedens ilt er ikke rød). Sammenstille og modstille iagttagelser og data. - Beskrivende anvendelse af forskellige typer modeller (fx undersøge vands landskabsdannende virkninger i strømbakke). Kunne opstille enkle hypoteser. Begyndende brug af fagudtryk og begreber. - Kunne kombinere det konkrete og almene (fx besøge et vandværk og tegne drikkevandskredsløb).
7.-9. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Anvendelse af modeller til forklaring af fænomener (fx atom/molekylemodel til forklaring af stofegenskaber) og forstå modellers forklaringsværdi. Kunne arbejde med mere komplekse forhold og abstrakte modeller og indsamle data og databehandle (fx måle på en modelvindmølle og kunne perspektivere resultaterne).
1.-2. g	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne opbygge og analysere modeller af simple fænomener. Dvs. kunne formulere et naturvidenskabeligt problem og gøre det tilgængeligt for en undersøgelse, kunne udvælge relevante variable, kunne anvende og selv opstille simple matematiske modeller og kunne afprøve og validere modeller. - At kunne se modellers anvendelsesegnethed i forskellige kontekster.
Videregående uddannelser	<ul style="list-style-type: none"> - På baggrund af en dybdegående teoretisk viden selvstændigt at kunne anvende, analysere og videreudvikle modeller inden for givne områder.

Progression i eksperimentel kompetence

En eksperimentel kompetence inden for de naturfaglige fag kan forstås på mange måder, alene på grund af de mange måder den eksperimentelle tilgang bliver anvendt på i så forskellige fag som fx fysik og geografi. Alt afhængig af fagenes egenart lægges der forskellig vægt på elementer som fx observation, reproducerbarhed eller sikkerhed. Fælles for det naturfaglige område er dog at en eksperimentel kompetence kan beskrives som bestående af komponenter som observation og beskrivelse, klassifikation, manuelle færdigheder, databehandling, sikkerhed, vurdering af usikkerhed og hensigtsmæssighed, generalisering mellem praksis og teori. Som nævnt er ikke alle komponenter nødvendigvis indeholdt i en eksperimentel kompetence for ethvert fag, men er vægtet forskelligt. På samme måde kan man tænke på udviklingen af kompetencen som en forskelligartet vægtning alt efter på hvilket niveau kompetencen bringes i spil. Her følger et forsøg på at beskrive den eksperimentelle kompetences progression op gennem uddannelsessystemet:

1.-3. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Glædes ved og forundres over at kunne frembringe fænomener selv (fx at se farvet lys gennem prisme). - Indsamle data af forskellig art i den nære omverden (fx så mange forskellige kugler som muligt i den nærmeste skov).
4.-6. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne stille spørgsmål med grundlag i egne erfaringer og omsætte disse til hypoteser som kan undersøges. - Kunne opstille og anvende enkle eksperimentelle opstillinger efter anvisning. - Kunne indsamle og ordne data fra den nære omverden. - Kunne udtrække simple konklusioner på eksperimentelt indsamlede data (fx hvilke batterier der holder længst i en sammenlignende test).
7.-9. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Forstå og vurdere sammenhængen mellem data og konklusioner (fx vurdere de usikkerheder der er ved at flere forskellige personer aflæser et enkelt termometer). - At være i stand til at vurdere kvaliteten af naturvidenskabelig information (også som den fremstilles i offentligheden) på baggrund af kilde, bevisførelse og konklusionskraft. - Kunne udvælge og anvende det nødvendige og mest hensigtsmæssige måleudstyr til en given opgave. - Gradvist begynde at generalisere resultater fra ét eksperiment til det almene.
1.-2. g	<ul style="list-style-type: none"> - Opstille og anvende mere komplekse eksperimentelle opstillinger/metoder. - Vurdere disse opstillinger/metoders anvendelighed til den givne opgave - Tage stilling til sikkerhed og affaldshåndtering i forbindelse med eksperimentet.

	<ul style="list-style-type: none"> - Forstå forskellen mellem idealiseret eksperiment og reel virkelighed, og dermed forstå eksperimentets begrænsninger. - Kendskab til det naturfaglige eksperiment som et kulturelt fænomen (dvs. eksperimentets idé om verifikation/falsifikation som betingende for velfærdssamfundets udvikling).
Videregående uddannelser	<ul style="list-style-type: none"> - Med baggrund i dybdegående teoretisk viden selvstændigt og under rette sikkerhedsforhold at kunne opstille, udføre, anvende, vurdere og videreudvikle eksperimentelt arbejde.

Progression i emnet klima¹⁰

1.-3. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Kende forhold, der karakteriserer de forskellige årstider, sol, måne samt ændringer i længde på dag og nat. - Undersøge enkle forhold vedrørende vejret, fx nedbør og temperatur.
4.-6. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Bruge enkle fagudtryk i beskrivelsen af vejriagttagelser. - Anvende enkle måleinstrumenter til undersøgelse af vejret. - Kunne forbinde månens bevægelse omkring Jorden og Jordens bevægelse omkring solen med oplevede dagligdags fænomener, fx dag og nat. - Sammenligne egne observationer med en vejrudsigt. - Fortælle om fænomener der knytter sig til de forskellige årstider, fx sne, løvfald, lyn og torden. - Kunne forbinde hovedtræk af solsystemets opbygning med dagslængde, årstider, klimaforskelle, tidevand.
7.-9. klasse	<ul style="list-style-type: none"> - Redegøre for Jordens inddeling i klimazoner og plantebælter. - Placere de væsentligste elementer i det globale vindsystem på verdenskortet. - Anvende enkle begreber i beskrivelse af vejr og klima. - Kunne skelne mellem naturlige klimasvingninger og samfundenes påvirkning af Jordens klima. - Kunne foretage enkle geografiske undersøgelser, herunder vejrobservationer, i lokalområdet og på ekskursioner.
1.-2. g	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne bruge det primære vindsystem til forståelse af regionale og globale variationer i temperatur og nedbør. - Kunne aflæse og anvende hydrotermfigurer. - Kunne aflæse vejrkort.
Videregående uddannelser	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne foretage avancerede beregninger og modelbetragtninger.

¹⁰) Efter oplæg af Mogens Lerbech Jensen.

Cases med kursusforløb og undervisningseksempler

De følgende cases er hentet fra mange forskellige niveauer og områder af uddannelsessystemet. De er fremkommet ved at vi har bedt personer som vi har hørt om eller selv har haft kendskab til underviste kompetenceorienteret, om at beskrive deres undervisning. Bidragene intenderer således ikke at give et samlet, konsistent billede af kompetencerettet undervisning, men de udgør snarere et broget kludetæppe som man selv kan sy videre på. De viser desuden at undervisning baseret på kompetenceerhvervelse langt hen ad vejen følger konstruktivistiske grundprincipper med vægt på output. Der er således også tale om en række eksempler på god praksis.

Case: Udvikling af eksperimentel- og modelleringskompetence i natur/teknik i indskolingen.¹¹

Indledning:

Eleverne i denne case er elever på folkeskolens yngste klassetrin, dvs. 1.-3. klasse. Casen foregår i faget natur/teknik som eleverne har fra 1.-6. klasse. I indskolingen arbejder eleverne ofte meget oplevelsesorienteret. Gode oplevelser skal afføde interesse for et fagligt emne. Det kan være grundlaget eller udgangspunktet for undren, spørgsmål, samtale og arbejde med natur og teknik. Desuden vil det være naturligt at arbejde naturvidenskabeligt forstået i retning af metoder og tankegange.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Projektets tema er vand.

I 2.-3. klasse fremstiller eleverne vandmålere således at de kan måle mængden af nedbør. Forskellige nedbørstyper undersøges og diskuteres (regn, sne, hagl), og målingerne formidles i simple skemaer og/eller grafer. Forløbet fortsætter med undersøgelse af hvor vandet fra himlen kommer fra, og hvor det forsvinder hen. Der inddrages bøger, og der tales med fagfolk. Der vil være mulighed for at inddrage vandværket, renseanlægget, tale om vandforbrug og spareråd m.m. Endelig vil der

11) Efter oplæg fra Mads Neergaard Jacobsen, Katrinebjergskolen, Århus N.

kunne laves biotopundersøgelser i vandhuller og lignende hvor vandet opsamles og liv forekommer. Der kan ligeledes laves forsøg med vands betydning for planter.

Kompetenceudvikling:

Der vil i forbindelse med at finde ud af hvor meget nedbør der falder, være behov for at diskutere tragt-udformning, opsamlingssteder m.m. Der skal samles data ind fra den nære omverden. Når eleverne skal undersøge vandets kredsløb, vil det være naturligt at inddrage enkle modeller der viser et rensningsanlæg, et vandtårn eller fordampning/fortætning. Der vil i forsøgene kunne ændres parametre der har betydning for forsøgenes udfald. Det kan være et godt afsæt til forundring, samtale og forståelse.

Ved biotopundersøgelser kan der indfanges dyr og drøftes hvor de fundne dyr forefindes. Der kan tegnes enkle modeller af dyrenes fødenet. Planter (karse) kan vandes med forskellige mængder vand, og resultaterne vurderes. Laboratoriet afspejler virkeligheden.

Case: Udvikling af eksperimentel og modelleringskompetence i natur/teknik på mellemtrinet¹²

Indledning:

Eleverne i denne case er elever på folkeskolens mellemste klassetrin, dvs. 4.-6. klasse. Casen foregår i faget natur/teknik, som eleverne har fra 1.-6. klasse. I 5.-6. klasse arbejdes der 10 x 2 timer med LEGO Robolab. Forløbet drejer sig om modellering af virkeligheden, programmering (forenkling af sprog og virkelighed) samt løsning af konkrete opgaver.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Elever eksperimenterer med LEGO. Der diskuteres formkrav til konstruktioner og eksperimenteres med hvornår en konstruktion er god. Der bygges modeller af virkelige "maskiner", og disse forsimples og tilpasses til aktuelle behov.

12) Efter oplæg fra Mads Neergaard Jacobsen, Katrinebjergskolen, Århus N.

Til løsning af konkrete problemstillinger (fx fjern 10 gifttromler fra 1 km²) laves en model og en robot skal konstrueres. Den skal programmeres således at dens fysik og dens elektronik kan kommunikere.

Kompetenceudvikling:

Elever kommer i deres arbejde med fremstilling af robotter der skal kunne løse konkrete problemstillinger, til at opstille et hav af hypoteser. Både når der konstrueres, og når der programmeres, er vejen til målet uklart hvorfor der ofte vil være tanker i retning af: "når jeg gør sådan vil der ske sådan ...". I konstruktionsfasen vil det være en fordel at benytte fagtermer således at der ikke opstår misforståelser. At løse en konkret opgave som ovennævnte kan via samtale bredes ud til en forståelse af at grundtanken i mange robotter er den samme. Eleverne vil herigennem have mulighed for at anskue robotvidenskab som temmelig enkel. Eller i hvert fald som en række af simple handlinger der udføres efter hinanden. Eleverne vil via tanken samt via trial and error nå til erkendelser om teknik og programmering. De simplificerer virkeligheden og opnår i bedste fald forståelse for modellens eksemplariske relation til virkeligheden.

Case: Udvikling af eksperimentel kompetence i naturfagene i 6. klasse¹³

Indledning:

I denne case er der tale om elever i 6. klasse som gennemgår et tværfagligt forløb over 4 uger, måske i alt 50 timer.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Projektets titel endte med at være salt. Eleverne skulle i grupper arbejde med (delvist) selvvalgte emner i natur/teknik med mulighed for at inddrage matematik- og dansktimer.

Oplægget var at eleverne skulle udvælge et stof som de kendte fra hverdagen, og som de ønskede at undersøge og vide mere

13) Efter oplæg fra Kamma Rasmussen, Katrinebjergskolen, Århus N.

om. Læreren gav eksempler og ideer. Bl.a. en artikel om det dengang nyåbnede Saltcenter (i Mariager). Børnene kom med ideer og ønsker. Der blev aftalt grupper og fordeling af emner.

Følgende emner blev valgt: stål (to grupper), slik, cola, ozonlaget (to grupper) og salt.

Gruppevist samlede eleverne informationer om deres emne. Der blev lavet undersøgelser og eksperimenter, og grupperne fremlagde deres resultater for klassen.

Da klassen besluttede at deltage i Unge Forskere (UF), blev salt-gruppens arbejde valgt som klassens projekt, og hele klassen arbejdede mere grundigt med stoffet og aktiviteterne om salt. Saltgruppens materiale blev udbygget af hele klassen, og der blev tilføjet flere undersøgelser og eksperimenter. Produktet skulle være omsætteligt til en webside (vi havde hjælp hertil af en far til en af eleverne). Det blev derfor lavet på computer, suppleret med egne (håndlavede) tegninger mv. Der er lavet en webside: http://www1999367.thinkquest.dk/new_page_3.htm

Med dette projekt var der muligheder for at tilgodese flere forskellige interesseområder hos eleverne. De tre elever der fremlagde produktet til UF, havde fx forskellige tilgange til emnet. Lasse er humanisten der interesserede sig for historien og det overordnede. Thomas er naturvidenskabeligt interesseret. Han var mest optaget af forsøgene og forklaringerne herpå. Michael er praktisk interesseret og har sociale kompetencer, så han var optaget af selve opgaverne, forsøgene og formidlingen.

Kompetenceudvikling:

At eleverne selv skal vælge emner, giver dem en god fornemmelse af ejerskab over deres projekter. At de selv skal samle informationer om emnerne og formulere hvilke problemstillinger de kunne tænke sig at undersøge, understøtter væsentlige tankegangs- og eksperimentelle kompetencer. Læreren skal med denne undervisningsform være meget opmærksom på at det kan være svært at trække sig tilbage og lade eleverne forfølge

deres ideer. For selv om man er overbevist om at det er blindgyder, så er det ikke altid tilfældet. Det handler om som lærer at gå ind i elevernes tankegang og hjælpe dem med at gøre det fagligt ved at stille spørgsmål.

Case: Udvikling af eksperimentel og modelleringskompetence i fysik/kemi i 7.-9. klasse¹⁴

Indledning:

Eleverne i denne case befinder sig på folkeskolens 7.-9. klassetrin og inden for faget fysik/kemi.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Projektets tema er lyden. Ofte kan en konkret begivenhed eller problemstilling være anledningen til at emnet tages op (voksne, børn og støjniveau; hvad er lydturen; koncerter og høreskader; tordenvejr). Elevernes egne forestillinger og viden om lyd afdækkes. Forskellige modeller for lydens udbredelse sammenlignes og vurderes. Eleverne opstiller deres egne modeller/illustrationer af lydens udbredelse og refleksion.

Gennem laboratorieøvelser (måling af lydens fart (i forskellige materialer); støjmålinger; måling af elevernes høregrense) får eleverne kendskab til måleudstyr.

Eleverne bruger deres indsigt på løsning af mere selvstændige opgaver som fx at undersøge lydstyrken fra discman, at beskrive hvordan man udnytter lydens refleksion ved ekkolod og scanning, at lydisolere en kasse (= model af bolig).

Når eleverne fremlægger for hinanden, giver det (oftest) anledning til spørgsmål, forundringer og korrektioner - og for læreren indsigt i elevernes tænkning/forståelse.

I fællesskab sammenfattes og generaliseres.

14) Efter oplæg fra Kamma Rasmussen, Katrinebjergskolen, Århus N.

Kompetenceudvikling:

Ved at arbejde med laboratorieøvelser får eleverne kendskab til laboratorieudstyret og dets anvendelse. Dette kendskab skal de bruge når de selv skal foretage undersøgelser. Når eleverne arbejder med deres undersøgelser, får læreren lejlighed til at udfordre elevernes tænkning og vurdere deres resultater. De modeller eleverne præsenteres for i lærebøger, er tit vanskelige at forstå hvis ikke eleverne er fortrolige med teorien. Hvorimod deres egne (måske ufuldstændige) modeller giver anledning til at diskutere og nuancere deres forståelse.

*Case: Udvikling af eksperimentelle kompetencer gennem projektarbejde i htx.¹⁵**Indledning:*

I htx arbejder eleverne med større selvstændige projekter i fagene teknik og teknologi. Eleverne skal selv formulere deres projekter ud fra et givet projektoplæg. Projektoplæggene er normalt meget åbne og kan resultere i mange forskellige projekter både med hensyn til form og indhold. Projekterne indeholder altid en praktisk dimension, det kan være udvikling og fremstilling af en automatisk plantevander, et genoptræningsprogram til folk med knæskader eller udstyr til registrering af en bils benzinøkonomi. Nedenfor er der en beskrivelse af et projekt der blev gennemført af nogle elever i teknologi. Efter beskrivelsen vil der være en diskussion af hvorledes et sådant projekt kan bidrage til elevernes eksperimentelle kompetencer.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Eleverne fik udleveret et projektoplæg med overskriften: Sport og motion. Inden for denne overskrift skulle eleverne formulere et projekt som de ville arbejde med i teknologi i en periode på 8-10 uger. Tre elever valgte at samarbejde om at fremstille en god og billig sportsdrik. De startede med at undersøge markedet for sportsdrikke hvorefter de læste en del litteratur om emnet bl.a. træningslære, fysiologi og kulhydratkemi. På den baggrund startede de udviklingen af en sportsdrik. I det arbej-

15) Efter oplæg fra Hanne Møller Andersen, Teknisk Gymnasium, Århus.

de skulle de både forholde sig til sammensætningen af drikken og dens smag - mange sportsdrikke smager temmelig rædselsfuldt. Afslutningsvis lavede eleverne en afprøvning af deres sportsdrik i forhold til en kommerciel sportsdrik og cola. Afprøvningen bestod i at nogle forsøgspersoner - fastende - skulle indtage en af de tre drikke hvorefter udviklingen i deres blodsukker blev fulgt over en periode på to timer. De fundne værdier blev sammenlignet med det anbefalede blodsukkerniveau. Ved denne afprøvning viste det sig at elevernes sportsdrik var mindst lige så effektiv som den kommercielle - og langt bedre end cola. I deres rapport var der en beskrivelse af udviklingsprocessen, den bagvedliggende teori og afprøvningsmetoden, derudover forholdt eleverne sig kritisk til det udviklede produkt og den anvendte afprøvningsmetode.

Kompetenceudvikling:

Ved at arbejde med et projekt som det om sportsdrik får eleverne mulighed for at udvikle en række eksperimentelle kompetencer. De får kendskab til den udviklingsproces som ligger til grund for mange nye produkter. De bliver opmærksomme på at man i en udviklingsproces skal variere én parameter ad gangen så man ved hvilken faktor der har givet en bestemt effekt. I forbindelse med afprøvningen af sportsdrikken skal eleverne forholde sig til hvordan man skal afprøve effekten af denne - hvad er muligt, og hvad ville være optimalt? Med hvilken sikkerhed kan man konkludere på de foreliggende resultater? Hvad er eksperimentets begrænsninger? Sådanne overvejelser vil give eleverne nogle kompetencer i forhold til at vurdere udviklingen og testningen af andre produkter - er det fup eller fakta?

Case: Udvikling af eksperimentelle kompetencer på bacheloruddannelsen i kemi.¹⁶

Indledning:

Udviklingen af eksperimentelle kompetencer er et centralt element i bacheloruddannelsen i kemi ved KU. De første par år

16) Efter oplæg fra Merete Folmer Nielsen, Kemisk Institut, KU

er indholdet og fremgangsmåderne stærkt lærerstyrede inden for den nuværende studiestruktur, og de studerende "tvinges" derved til at stifte bekendtskab med en række af de forskellige eksperimentelle tilgange og teknikker der er *grundlaget* for moderne, eksperimentel kemisk forskning, udvikling og anvendelse. De eksperimentelle kurser (øvelseskurser) er typisk tilknyttet et teoretisk kursus inden for samme emne. Nedenstående er en beskrivelse af et øvelseskursus i fysisk kemi, placeret i 2. studieår, som følges af alle kemi-, miljøkemi- og biokemistuderende.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

Kurset (øvelseskursus i fysisk kemi) strækker sig over et semester med en eftermiddag pr. uge og foregår som omgangsøvelser. De studerende arbejder sammen to og to.

Øvelserne belyser emnemæssigt udvalgte dele af det tilknyttede teoretiske kursus. Der udleveres en detaljeret øvelsesvejledning der opridses det teoretiske grundlag, giver detaljerede anvisninger om eksperimentets praktiske udførelse og efterfølgende databehandling. Endvidere er der givet en række spørgsmål der skal besvares i øvelsesrapporten.

Under den praktiske udførelse af øvelserne er der flere undervisere tilstede (en underviser pr. otte studerende) som dels giver praktiske anvisninger dels diskuterer forståelsesmæssige problemer med de studerende.

De studerende udarbejder en rapport efter hver øvelse. Kursusevalueringen består i godkendelse af rapporterne.

Kompetenceudvikling:

Undervisningsforløbet sigter på at give de studerende følgende kompetencer:

- Betjene apparatur efter detaljeret vejledning
- Redegøre for principperne i apparaturets virkemåde
- Forstå betydningen af at kalibrere instrumenter og kontrollere fx opløsningsmidlers renhed før målinger udføres

- Fremstille opløsninger efter vejledning. Betjene målekolber, pipetter, sprøjter mv.
- Tage sikkerhedsmæssige forholdsregler ved arbejde fx med systemer under tryk eller med giftige forbindelser
- Foretage simple, foreskrevne datatransformationer og udfærdige hensigtsmæssige grafiske præsentationer ved brug af standardsoftware
- Vurdere måleusikkerheder og foretage simpel usikkerhedsberegning
- Finde litteraturdata i standard tabelværker (trykte og elektroniske)
- Skrive fyldestgørende øvelsesrapporter efter fast model.

Case: Nye undervisningsmetoder på et grundlæggende kursus i materialelære på DTU.¹⁷

Indledning:

Intet skulle være som før. Alle var skeptiske og mere end lidt konservative, ikke mindst de studerende selv! Ikke desto mindre er vi i gang med at "tage tyren ved hornene". Vi implementerer denne, for DTU, totalt utraditionelle undervisning. Undervisningen er baseret på få korte forelæsninger og så stor aktiv deltagelse af de studerende i gruppearbejde og i deres egen indlæring som muligt. Og det fungerer!

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløbet:

Når undervisningen er utraditionel, behøver den ikke at være slap, tværtimod! En klar og gennemsigtig struktur er meget vigtig. Der foreligger således en meget detaljeret plan for hver undervisningstime på CampusNet inden undervisningen begynder. Hver fire-timers session starter med et oversigtsforedrag. Dette er tænkt mest som iscenesætter og inspirationsforedrag. Derefter går vi i gang med gruppearbejdet med opgaveløsning, pc-baseret undervisning, Internet søgning osv. Lærerne (der skal være min. en lærer pr. fire grupper/16 studerende) aktiverer grupperne, svarer på spørgsmål, opfordrer til utraditionelle problemløsninger, lader sig inspirere til utraditionelle

17) Efter oplæg fra Andy Horsewell, Materiale- og Procesteknologi, IPL

besvarelser ... Vi holder planlagte kaffepauser. Hver session rundes af med en opsummering samt udgivelsen af ark med lektier, opgaver til næste gang og lignende. Alt materiale forefindes også i kopi på CampusNet, men vi deler (foreløbig) stadig papirkopier ud af det meste.

CampusNet bruges meget flittigt. Det er et godt værktøj, igen til at strukturere et ellers fleksibelt og variabelt undervisningsforløb. Al information om pensum, planer for hver time, eksempler på eksamen, samt alle vores PowerPoint forelæsninger uploades til CampusNet. Vi bruger CampusNets "meddelelser" til at opretholde kommunikation med de studerende mellem timerne.

Vi deler semestret i tre sektioner. Efter cirka tre uger har vi én projektuge. Denne uge gøres til en "mini-konference". De studerende skal således forberede en præsentation (eller en poster) som om de var til en faglig konference. Konferencens tema er selvfølgelig baseret på det der er blevet undervist i de foregående tre uger. I vores kursus om grundlæggende materialer har vi fundet nogle højteknologiske produkter, fx en Nokia mobiltelefon, et Canon digitalkamera, som de studerende nu skal beskrive i lyset af det lærebogsstof om materialer som er blevet undervist i de foregående uger. Mini-konferencen er således med til at bekræfte og opsummere den netop nyerhvervede viden samt at sætte tingene i perspektiv, teoretisk og i forhold til en konkret anvendelse. Derudover etableres der et vist kompetenceniveau med hensyn til at kunne præsentere og formidle sig selv. De andre studerende - tilhørerne - er placeret i rollen som aktive/kritiske tilhørere der skal producere spørgsmål og kunne deltage i en diskussion med udgangspunkt i den givne præsentation.

Disse mini-konferencer giver et klart fokus til gruppearbejdet og fungerer som milepæle gennem semestret. Alle ved hvor langt de er kommet igennem semestret og den givne mængde faglige stof. Ikke mindst fordi hver conference-præsentation eller poster evalueres og tæller således med 10% af slutkarakteren.

ren! Men det er ikke kun derfor at de studerende arbejder så energisk med disse mini-konferencer. Det er faktisk sjovt at få lov til at producere et stykke arbejde der skal præsenteres for ens medstuderende! Vi holder tre af disse mini-konferencer i løbet af semestret, dvs. 30% af eksamenskarakteren erhverves herfra. De resterende 70% af slutkarakteren opnås i en to-timers “multiple-choice” eksamen uden hjælpemidler.

Kompetenceudvikling:

På den beskrevne måde deltager vores studerende aktivt i deres eget undervisningsforløb. Vi oplever at de er engagerede, og at de lærer en masse af det faglige stof om grundlæggende materialelære. Derudover lærer de “transferable skills” som effektivt gruppearbejde, præsentationsteknik, PowerPoint, at udforme konference posters og med i købet sat i et ingeniørfagligt perspektiv.

Case: Udvikling af kompetence i anatomi og fysiologi på sygeplejeuddannelsen.¹⁸

Indledning:

Sygeplejersken iværksætter handlinger der understøtter kroppens kompensationsmuligheder med henblik på at opnå homeostase ved sygdom og invaliditet eller støtter udvikling/vedligeholdelse af normalfunktioner i alle livsfaser fra fødsel til død. Dette skal være det centrale fixpunkt for undervisningen i anatomi og fysiologi der er målrettet sygeplejestuderende.

Ud fra en biologisk synsvinkel på sygeplejen må sygeplejersken: *forstå, kunne analysere og udlede handlingsmetoder i forhold til at understøtte det biologiske systems udvikling og reaktions-evne mhp. at opretholde homeostase i det indre miljø samt støtte tilpasning eller udvikling af evner til at fungere i et skiftende fysisk miljø.* Sygeplejersken skal i sin analyse af et problemfelt og udvikling af handlingsmetoder medtænke interaktionen mellem det biologiske felt, det ydre fysiske miljø og psykologiske/socialle faktorer.

18) Med inspiration fra Jørgen Hougaard, Sygeplejeskolen i Aarhus.

Her er en case til illustration af ovenstående i forhold til hvordan sygeplejersker anvender deres biologiske viden og analytiske færdigheder mhp. at kunne lave en handlingsplan for en patient.

Beskrivelse af (dele af) undervisningsforløb:

De sygeplejerskestuderende præsenteres for en case:

En 75-årig kvinde indlægges på medicinsk afdeling akut med meget besværet vejrtrækning. Der er tydelige raslende lyde ved hver vejrtrækning, og hun har flere hosteanfald hvor hun opbringer en del gulligt slim. Hun har skorper af slim siddende i mundvigene og på tungen. Hun er rødblussende og svedig i ansigtet og er urolig i sengen. Hun prøver at komme op at sidde i sengen, men magter det ikke selv. Hun er mager og har meget tynde arme og benene er lidt hævede. Hun fortæller at hun havde influenza for 14 dage siden og ikke har følt sig rask siden. Hun har gennem det sidste døgn fået tiltagende besvær med at trække vejret. Hun giver udtryk for at hun har det dårligt og har trykken i brystet. Hun siger hun er bange fordi det er svært at få vejret. Hun bor alene i en lejlighed på 2. sal uden elevator og har ikke haft kræfter til at forlade lejligheden siden hun havde influenza. Hendes nabo, en jævnaldrende kvinde, har hjulpet hende med indkøb, madlavning og vask igennem flere måneder fordi hun har følt sig tiltagende træt.

Underviseren planlægger undervisningen i flere niveauer der tilsigter at de studerende til slut i undervisningsforløbet kan analysere casen med henblik på at udvælge og forklare relevante data der kan belyses ud fra den naturvidenskabelige viden der er repræsenteret i fagene. På første niveau præsenterer underviseren grundlæggende begreber og teorier, på andet niveau udfordres de studerendes evne til at anvende fagsprog, på tredje niveau skal de studerende opøve deres analytiske kompetence, og endelig på fjerde niveau skal de studerende skriftligt aflevere en analyse af en case.

Underviseren er til rådighed i klasserummet og via konference-

systemet "first class". De studerende danner studiegrupper hvor de i fællesskab arbejder med stoffet. De studerende fremlægger deres besvarelser af analyseopgaver for hinanden i klasserummet og på konferencesystemet. De studerende kommenter hinandens forslag til opgaveløsning på konferencesystemet.

Undervisningen foregår som konfrontationstimer i klasserummet med lærerstyret undervisning, gruppearbejde ud fra studie-spørgsmål, analyseopgaver og caseopgaver med underviseren som vejleder samt fremstilling og diskussion af analyseopgaver for medstuderende og underviser.

Som læremidler anvendes obligatoriske lærebøger og materiale som underviser har udarbejdet indeholdende studiespørgsmål, analyseopgaver og caseopgaver. Der bliver ligeledes henvist til relevante Internetadresser ligesom der anvendes IT-baserede undervisningsprogrammer til selvstudie og præsentationsprogrammer til anvendelse i klasserummet.

Hvert tema der arbejdes med i undervisningen, afsluttes med en skriftlig gruppeopgave som underviseren giver en skriftlig tilbagemelding på. Undervisningsforløbet afsluttes med en skriftlig eksamen (tre timer) hvor de studerende arbejder ud fra en case. Der er en midtvejsevaluering hvor underviser og studerende evaluerer det hidtidige forløb i fællesskab med henblik på at lave justeringer i undervisningen. Denne evaluering har særlig fokus på læringsmiljøet og læringsprocessen.

Kompetenceudvikling:

Den konkrete undervisningssituation tilsigter at de studerende opnår en metodisk tilgang til at forstå og beskrive den normale anatomi og erhverve et fagsprog. Sygeplejersken skal også opnå en analytisk kompetence i forhold til at kunne forstå og forklare egne og andres observationer af patienten med henblik på at kunne begrunde sin handlingsplan og kunne afpasse sine handlinger til den øjeblikkelige situation. Sygeplejersken skal kunne dokumentere sine handlinger.

I uddannelsen arbejder de studerende med cases eller patient-observationer der skal analyseres ved hjælp af anatomisk og fysiologisk teori, samt skriftligt at fremstille analyse og konklusion.

Sygeplejersken skal have kompetence til at lave udviklingsarbejde eller forskning også inden for det biologiske område og skal være i stand til at læse forskningsresultater og tværfaglig litteratur inden for det naturvidenskabelige område. I uddannelsen arbejdes inden for fysiologi med teori så fagbegreber og teorier der præsenteres i relevant litteratur som fx farmakologi, sygdomslære, patofysiologi, ergonomi og ernæringslære, kan forstås og anvendes.

De studerende skal lære fagene anatomi og fysiologi med henblik på at kunne anvende fagenes teorier i relation til sygeplejefagets problemstillinger. Det er ikke fagenes egen logik der er i fokus, men den nytte de studerende kan have af fagenes teorier i relation til sygeplejefaget, der er vigtigst.

5 Konsekvenser af en kompetencebeskrivelse af naturfagene

Vi har i det foregående forsøgt at beskrive hvorledes kompetencer kan forstås, hvorledes de kan indlejres i en læringsteoretisk kontekst, og hvad der kan forstås ved naturfaglige kompetencer. Som en slags syntese viser skemaet i afsnit 4.1 hvilke kompetencer der kan være dominerende på forskellige niveauer af uddannelsessystemet. Det begrebsapparat der her er opbygget, passer ind i PISA-projektets logik samtidig med at vi har bevaret det danske uddannelsessystems kategorier.

Fremstillingen har fokuseret på de handlinger som bærer fagenes udøven, frem for på fagenes genstandsfelt, samtidig med at vi anerkender genstandsfeltets betydning for naturfagenes konstituering. Det har været en bevidst prioritering af det centrale

(nye) ved kompetencebegrebet, nemlig dets sigte mod handling i konkrete, autentiske situationer. Herved peges samtidig på en af de vigtigste undervisningsmæssige konsekvenser af en kompetenceformulering, nemlig at den vil nødvendiggøre at lærere og elever overvejer hvad man skal arbejde med og især hvordan. Selv med visse indholdsbindinger vil indholdet ikke være givet på forhånd, men skal udvælges så det bedst understøtter de situationer som eleverne skal kunne mestre efter endt undervisning. Og pædagogikken skal sikre at eleverne faktisk opnår det ønskede output, fx evnen til at opbygge en model (evt. af en del af et givet genstandsfelt), evnen til at udføre et eksperiment etc. Dette vil kræve ret grundlæggende ændringer af den fremherskende naturfaglige didaktik. Fra vægt på at kunne stoffet (netop forstået som et velafgrænset stykke viden) hen imod evnen til at kunne løse nogle (autentiske, meningsfulde) problemer, evnen til at kunne indgå i nogle naturfaglige praksissammenhænge. Det skal samtidigt understreges at dette ikke er revolutionerende nyt. Det er langt hen ad vejen god praksis som mange kender og udøver, selv om de ikke kalder det kompetencer. Set i det lys indfanger kompetencebegrebet store dele af naturfagenes eksisterende praksis. Men det vil være en omvæltning at gennemføre undervisningen konsekvent med henblik på opnåelse af kompetencer på alle niveauer af uddannelsessystemet. Det kræver en sammentænkning af hele uddannelsessystemet, en ændring af evalueringssystemet og en udvikling af naturfagsdidaktikken. Ikke i den nævnte rækkefølge, men samtidigt!

6 Referencer

Adey, P. S. & Shayer, M. (1994). *Really Raising Standards: Cognitive Intervention and Academic Achievement*. London: Routledge.

Andersen, A. M. & Sørensen, H. (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Andersen, H. (2003). Den ændrede opfattelse af naturvidenskabernes arbejdsmetode og struktur. I H. Busch, S. Horst og R. Troelsen (red.). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet.

Andersen, N. O.; Busch, H.; Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Bangsgaard, T.; Dolin, J.; Rasmussen, A.-B. & Trinhammer, O. (2001). *Autentisk fysik* (Forsøgsrapport). Valby.

Biggs, J. (1982). *Evaluating the quality of learning*: Academic Press.

Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham: SRHE/OU.

Cartwright, N. (1999). *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

Crawford, B.; Krajicek, J. & Marx, R. (1999). Elements of a Community of Learners in a Middle School Science Classroom. *Science Education*, 83, 701-723.

Dolin, J. (2001). Samspillet mellem fagene. *Uddannelse* (5), 32-38.

Dolin, J. (2003a). *Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling* (Vol. 415). Roskilde: IMFUFA/RUC.

Dolin, J. (2003b). Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne. I H. Busch, S. Horst og R. Troelsen (red.). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet.

Driver, R.; Leach, J.; Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.

Dysythe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.

Erickson, G. L. & Meyer, K. (1998). Performance Assessment tasks in Science: What Are They Measuring? I B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook in Science Education* (Vol. 2, pp. 845-865). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Evalueringsinstitut, D. (2001). *Fysik i skolen - skolen i fysik. Evaluering af fysik i det almene gymnasium* (Evalueringsrapport). København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy as a Social Practice. *Social Studies of Science*, 27 (6), 903-936.

Giddens, A. (1997). *Modernitetens konsekvenser*. København: Hans Reitzels Forlag.

Hake, R. R. (1992). Socratic Pedagogy in the Introductory Physics Lab. *The Physics Teacher*, 30 (546).

Harmon, M. & Kelly, D. L. (1996). Development and Design of the TIMSS Performance Assessment. I M. O. Martin & D. L. Kelly (Eds.), *Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) Technical Report, Volume I: Design and Development*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Hermann, S. (2003). *Et diagnostisk landkort over kompetenceudvikling og læring*. København: Learning Lab Denmark.

Jensen, I. & Prahl, T. (2000). Kompetence som intersubjektivt fænomen. I J. o. P. Andersen (Ed.), *Kompetence - i et organisatorisk perspektiv*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.

Klafki, W. (2001). *Dannelsesteori og didaktik - nye studier*. Århus: Klim.

Klopfer, L. E. (1970). *Student behaviour and science content categories and subcategories for a science program*. Pittsburgh: Learning Research and Development Center, Univ. of Pittsburgh.

Krogh, L. B. & Thomsen, P. V. (2000). *GFII-rapport nr. 1: Undervisningsstil og læringsudbytte - en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g* (CNDs skriftserie no.1). Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education* (84), 71-94.

Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lee, S. & Roth, W.-M. (2002). Learning Science in the Community. In W.-M. Roth & J. Désautels (Eds.), *Science Education as/for Sociopolitical Action* (pp. 37-66). New York: Peter Lang.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Mansfield, B. & Mathews, D. (1985). *The Job Competence Model*: FESC.

Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching. The role of History and Philosophy of Science*. NY: Routledge.

Matthews, M. R. (1998). *Time for Science Education. How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion can Contribute to Science Literacy*. New York: Plenum.

Merton, R. (1973). *The sociology of Science*. Chicago: University of Chicago Press.

Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse* (9), s. 21-29.

Niss, M. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring* (Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18 - 2002). København: Undervisningsministeriet.

OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills - a New Framework for Assessment*. Paris: OECD.

OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life*. Paris: OECD.

Paludan, K. (2000). *Videnskaben, verden og vi*. Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1958). *The growth of logical thinking*. London: Routledge & Kegan Paul.

Reif, F. & Larkin, J. (1991). Cognition in Scientific and Everyday Domains: Comparison and Learning Implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 733-760.

Roth, W.-M. (1995). *Authentic School Science* (Vol. 1). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Roth, W.-M. & Désautels, J. (Eds.). (2002). *Science Education as/for Sociopolitical Action*. New York: Peter Lang.

Shayer, M. & Adey, P. S. (1981). *Towards a Science of Science Teaching*. London: Heinemann.

Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.

Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. Birmingham: Open University Press.

Tamir, P. (1998). Assessment and Evaluation in Science Education: Opportunities to Learn and Outcomes. I B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (Vol. 2, pp. 761-789). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Tønnes Hansen, J. (1998). Dannelse, uddannelse, person og faglighed: om kvalificeret selvbestemmelse som dannelsesidé. *Psyke & Logos*, 19 (2), 387-414.

Uddannelsesstyrelsen (2002a). *Eksamensforsøg 2001 i det almene gymnasium og hf - en erfaringsopsamling* (Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser, hæfte nr. 18). København: Uddannelsesstyrelsen.

Uddannelsesstyrelsen (2002b). *Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002 - Opsamling af erfaringer* (Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser, hæfte nr. 22). København: Uddannelsesstyrelsen.

Undervisningsministeriet (1996). *Udvikling af personlige kvalifikationer i uddannelsessystemet*. København: Undervisningsministeriet. Kan ses på <http://www.uvm.dk/gammel/pkindh.htm>

Undervisningsministeriet (1997). *National kompetenceudvikling*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet (1999). *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser*. København: Undervisningsministeriet.

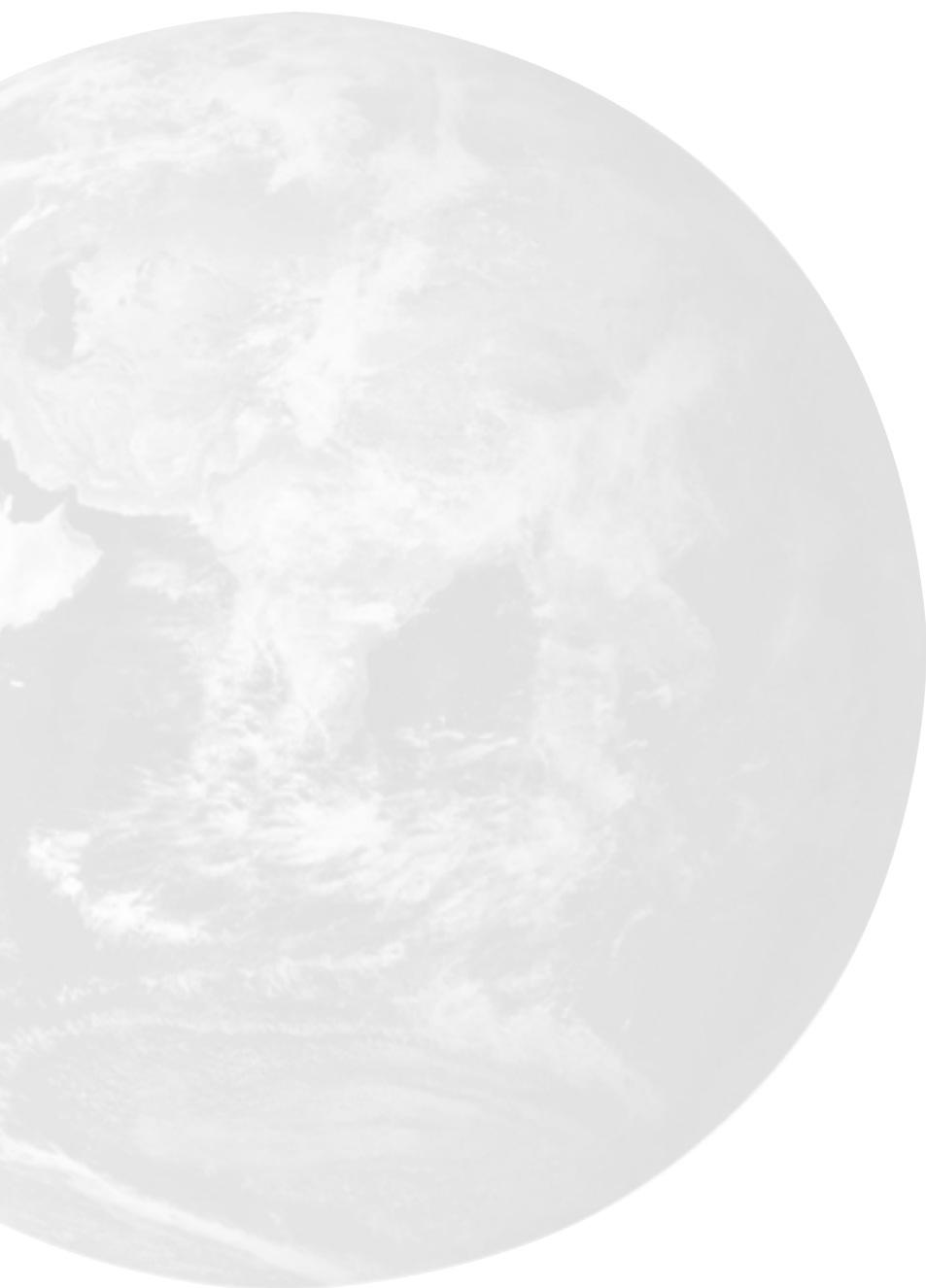
Undervisningsministeriet (2000). *Uddannelsesredegørelse 2000*. København: Undervisningsministeriet.

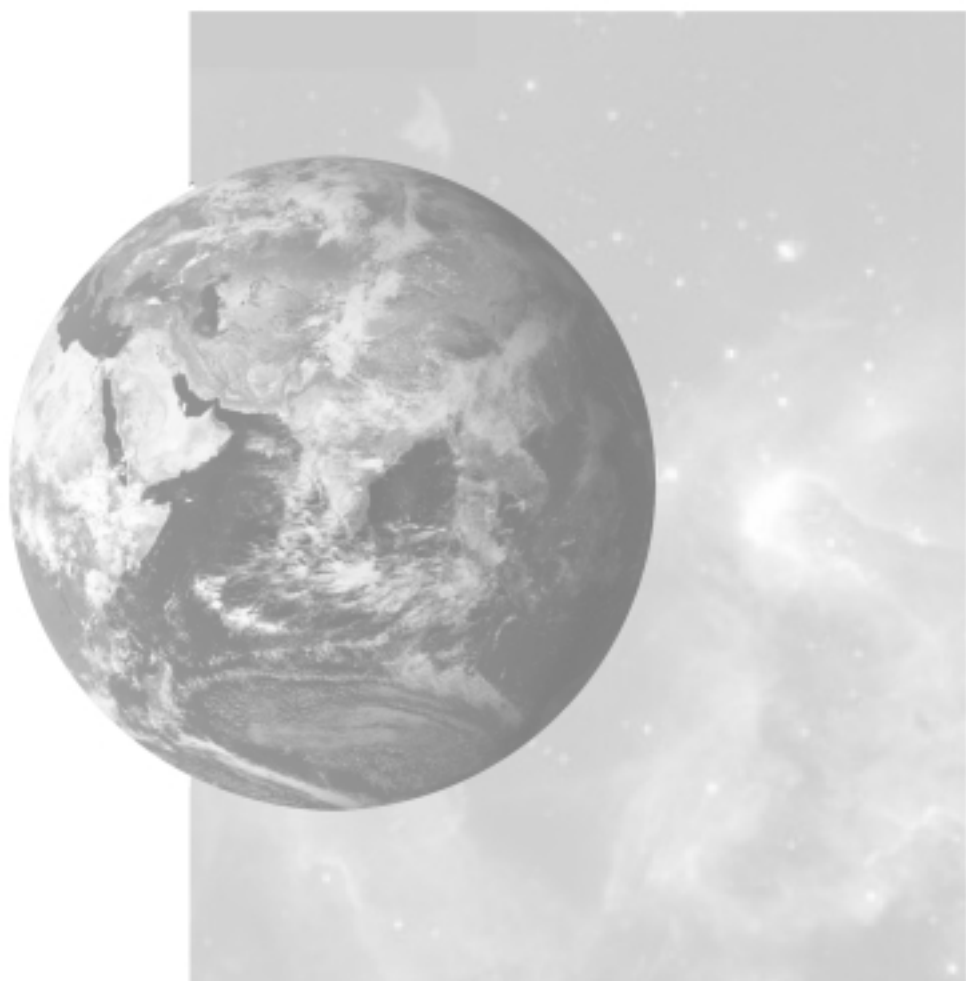
Kompetencerådet (1999). *Kompetencerådets rapport 1999*. København: Mandag Morgen Strategisk Forum.

Vygotsky, L. S. (1971). *Tænkning og sprog*. København: Hans Reitzel.

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice - Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.





PISA og andre internationale komparative undersøgelser

Af Annemarie Møller Andersen & Marit Kjærnsli

I begyndelsen af december 2001 blev PISA-undersøgelsens resultater offentliggjort samtidigt af OECD (OECD, 2001) og i de deltagende lande, herunder Norge og Danmark. Begge lande har tidligere deltaget i internationale komparative undersøgelser vedrørende det naturvidenskabelige område. Norge deltog i begyndelsen af 1980'erne i SISS (Second International Science Study), og begge lande deltog i 1990'erne i TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) hvorfra den første danske rapport der handler om matematik og naturvidenskab i folkeskolen, udkom i 1996 (Weng, 1996). Andre rapporter fulgte (bl.a. Allerup, Bredo m. fl., 1998). Timing'en af TIMSS kan set fra en dansk synsvinkel siges at være uheldig. Undersøgelsen blev gennemført under én folkeskolelov og offentliggjort under en anden lov der indførte faget natur/teknik med henblik på styrkelse af det naturvidenskabelige område (det naturfaglige område). I det følgende vil TIMSS blive inddraget hvor det er relevant; men hovedvægten vil ligge på behandlingen af PISA (OECD Programme for International Student Assessment).

Institutt for Lærerutdanning og Skoleutvikling (ILS), Universitetet i Oslo, står for den norske del af undersøgelsen. Den norske rapport med titlen "Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetense i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv" er udarbejdet af Svein Lie, Marit Kjærnsli, Astrid Roe og Are Turmo (Lie m. fl., 2001).

I Danmark gennemføres PISA af et konsortium bestående af Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut (AKF), Danmarks Lærerhøjskole (DLH), Danmarks Pædagogiske Institut (DPI) og Socialforskningsinstituttet (SFI). Fra juli 2000 deltager Danmarks Pædagogiske Universitet (DPU) efter fusione-

ringen af DLH og DPI. Den danske rapport med titlen “Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning” er udarbejdet af Annemarie Møller Andersen, Niels Egelund, Torben Pilegaard Jensen, Michael Krone, Lena Lindenskov og Jan Mejding (Andersen m. fl., 2001).

Ved udarbejdelsen af dette notat har vi, som medforfattere til henholdsvis den norske og den danske rapport, en del steder tilladt os at anvende uddrag af rapporter uden citationstegn. Med hensyn til den tekniske baggrund for undersøgelsen henvises til rapporter.

1 Formål og metode

1.1 Formål

PISA (Programme for International Student Assessment) er et stort komparativt internationalt projekt i regi af OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Projektet har som mål at sammenligne 15-åriges kundskaber og færdigheder samt deres evne til at reflektere over egne kundskaber og erfaringer i læsning, matematik og naturfag. Ud fra et sæt rammer (framework) som blev udviklet til undersøgelsen, ønsker man at belyse i hvilken grad elever der næsten har fuldført den obligatoriske skolegang, har tilegnet sig færdigheder og kundskaber som regnes for at være nødvendige for at kunne deltage i samfundet. Princippet for disse rammer er bestemt på et politisk niveau og udviklet videre af en international gruppe af fagpersoner fra de tre kompetenceområder (OECD, 1999 og 2000).

Man ønsker også at se på udviklingen over tid ved at gennemføre en undersøgelse hvert tredje år. Dette notat omhandler resultater fra den første undersøgelse, fase 1, som fandt sted i foråret 2000. Alle tre kundskabsområder læsning, matematik og naturfag bliver dækket hver gang, men to tredjedele af testtiden vil rette sig mod det som er hovedområdet. I fase 1, også benævnt PISA 2000, var hovedområdet læsning. I fase 2, PISA 2003, vil matematik være hovedområdet, og i fase 3, PISA

2006, er det naturfag som skal være hovedområde. Ved at dække alle de tre fagområder hvert tredje år vil det være muligt for hvert land at få en systematisk oversigt over elevernes udvikling inden for hvert af disse centrale kundskabsområder.

Målet for projektet er at lave pålidelige indikatorer for 15-årige elevers kompetencer inden for læsning, matematik og naturfag for på den måde at svare på hvor godt skolen forbereder eleverne til at møde udfordringer i fremtiden. Disse indikatorer skal beskrive elevkompetencer i forskellige lande, og hensigten er at de skal kunne hjælpe skolemyndighederne med at forbedre skolesystemet.

I tidligere internationale komparative undersøgelser som for eksempel TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) har man koncentreret sig mere om “skolekundskaber”, idet testen har været baseret på deltagerlandenes læseplaner. I PISA tager man ikke udgangspunkt i landenes læseplaner og skolefagenes “pensum”, men man tager hovedsageligt sigte på at måle dels hvor gode eleverne er til aktivt at bruge kundskaber og erfaringer, og dels undersøge hvordan eleverne forholder sig til emner som antageligt også i fremtiden vil være relevante. PISA-undersøgelsen er baseret på en international konsensus på politisk niveau blandt OECD-landene om det der anses for at være vigtigt at kunne i årene fremover. Der er udviklet et sæt rammer (OECD, 1999 og 2000) som detaljeret beskriver hvad der måles inden for hvert fagområde.

1.2 Metode og udvalg

Populationen i undersøgelsen omfattede 15-årige, defineret som alle elever der er født i 1984. I modsætning til i mange andre undersøgelser har man her valgt alder og ikke klassetrin som basis for udvælgelsen. Det vil sige at man undersøger en hel årgang uafhængigt af hvor mange år eleverne har gået i skole i de enkelte lande.

I Danmark deltog 4242 elever født i 1984 i OECD-PISA. Af disse elever gik 90,15% i folkeskoler/grundskoler, langt de fle-

ste i 9. klasse, og 8,84% i efterskoler. Da danske elever i gennemsnit er syv år når de starter i 1. klasse, mod seks år i mange andre lande, blev der gennemført en Dansk-PISA for elever født i 1983 og stadig under uddannelse. I denne undersøgelse deltog 2224 elever, hvoraf 34,8% gik i folkeskole, 31,9% på efterskole og 19,6% i gymnasium/hf-kursus. Størrelsesforskellen på de to danske populationer (1984- og 1983-årgangen) betyder at Dansk-PISA (16-årige) er behæftet med lidt større usikkerhed end undersøgelsen af de 15-årige (en nærmere redegørelse findes i den danske PISA-rapport).

Der var strenge internationale kriterier for hvilke elever som eventuelt kunne ekskluderes fra undersøgelsen. Stort set drejede det sig om elever der var så fysisk eller psykisk funktionshæmmede at de ikke var i stand til at besvare opgaverne, eller fremmedsprogede elever som ikke kunne tilstrækkeligt af testens sprog (fx dansk eller norsk) til at læse teksten. Et hovedprincip var at undersøgelsen skulle være så inkluderende som muligt.

Da dansk og norsk skole har en relativ høj grad af integration, blev flere elever ekskluderet på skoleniveau end i andre lande. Til gengæld har nogle andre lande flere specialskoler som blev ekskluderet. Det samlede resultat blev omtrent det samme for alle lande. I 2000 blev det nøjagtige antal ekskluderede elever i alle lande registreret, og det viste sig at denne procentandel var relativt lav. Forskellen fra land til land er lille og uvæsentlig når det drejer sig om at sammenligne gennemsnitspræstationer fra land til land (OECD, 2001, tabel s. 232).

1.3 Testen

PISA-undersøgelsen er en skriftlig test hvor den faglige del er beregnet til to gange 60 minutter. For at få testet så mange opgaver som muligt var der udarbejdet ti forskellige hæfter, men hver elev skulle kun besvare et hæfte. De fleste hæfter indeholdt opgaver fra alle tre fagområder. Desuden skulle eleverne svare på et spørgeskema med spørgsmål om deres baggrund som køn, alder, nationalitet, hvilket sprog de taler hjemme, og hvilke aktiviteter de deltager i. Videre var der spørgs-

mål til eleverne om familiebaggrund, som hvem og hvor mange de bor sammen med, mors og fars uddannelse og erhverv samt en række spørgsmål, som skulle opfange familiens kulturelle og økonomiske kapital. Der var også spørgsmål til eleven om undervisning og andre forhold ved skolen. Der var ikke spørgsmål til lærerne som i TIMSS, og PISA kan derfor ikke sige noget om hvilken undervisning eleverne har fået i naturfag.

Skolelederen på hver deltagerskole skulle svare på et skolespørgeskema hvor der var spørgsmål om skolens beliggenhed, skole- og klassestørrelse, ressourcer, organisering af skolen, ansvarsområder, antal lærere i hel- og deltidsstillinger, undervisningsforhold samt lærerklima. Internationalt er der lagt stor vægt på at studere sammenhænge mellem skoleforhold og elevpræstationer for på den måde at prøve at finde ud af hvad der karakteriserer "den gode skole".

Fagopgaverne i PISA 2000 tager udgangspunkt i de internationale rammer som er udviklet til undersøgelsen (OECD, 1999 og 2000), og der er som nævnt mere fokus på nyttige og relevante sider af fagene end de mere fagspecifikke sider. Der er derfor i mindre grad spørgsmål som alene kræver ren faktakundskab. Opgaverne er som hovedregel organiseret i opgaveenheder der hver består af en tekst med en række opgaver knyttet til teksten. Teksterne er stort set autentiske og hentet fra aviser, tidsskrifter, brochurer eller lignende. Opgaverne har disse formater:

Flervalgsopgaver (multiple choice): Der er to forskellige typer flervalgsopgaver. I de enkleste skal eleverne vælge det rigtige svar blandt flere alternativer. I de sammensatte flervalgsopgaver skal eleverne svare på en serie af opgaver med ja/nej eller rigtigt/forkert som alternativer.

Åbne opgaver: I de åbne opgaver skal eleverne selv skrive et svar. Svaret kan variere fra bare et tal eller nogle få ord til længere begrundelser, udregninger, forklaringer eller lignende.

2 Definition af “scientific literacy”

I definitionen af de tre kundskabsområder er der som nævnt lagt vægt på kundskaber og færdigheder som man antager vil blive vigtige for at unge mennesker vil kunne spille en konstruktiv rolle i samfundet. Internationalt bruges begreberne Reading Literacy, Mathematics Literacy samt Scientific Literacy. Scientific Literacy er i PISA defineret som:

“The capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and changes made to it through human activity.” (OECD, 2000, s. 76).

I den danske rapport oversættes definitionen således:

“Færdighed i at kunne anvende naturvidenskabelig baseret viden; at kunne genkende naturvidenskabelige spørgsmål og kunne foretage slutninger på baggrund af naturvidenskabelige kendsgerninger i bestræbelsen på at forstå og være med til at træffe afgørelser om den naturgivne omverden og de påvirkninger af den, som menneskers aktiviteter medfører.” (Andersen m. fl., 2001).

Scientific literacy i PISA indebærer at kunne bruge centrale naturfaglige begreber for at kunne forstå og bidrage til at tage afgørelser som har med naturens verden at gøre. Det indebærer også at kunne formulere naturvidenskabelige problemstillinger, føre beviser, drage naturvidenskabelige konklusioner og formidle disse videre. I denne forbindelse anvendes naturvidenskabelige begreber som har relevans for eleverne, både nu og i den nærmeste fremtid. Dette omfatter for fase 1 især naturvidenskabelige begreber relateret til “liv og sundhed”; “jord og miljø” og “teknologi”.

Der findes ikke et ord eller udtryk der kan anvendes ved en direkte oversættelse af begrebet “scientific literacy” til dansk eller norsk (og mange andre sprog). I den norske rapport bru-

ges udtrykket “naturfaglig allmenndannelse i PISA”. I den danske rapport bruges “naturvidenskabelig kompetence”, svarende til at der tales om “læsekompetence” og “matematikkompetence”. Scientific literacy er ikke et nyt begreb, men det har været diskuteret og defineret på flere forskellige måder (en oversigt over diskussionerne findes bl.a. i (Gräber & Bolte, 1997)), og PISA har sin egen definition. Hvilket udtryk der er bedst på dansk, kan måske diskuteres; vi (forfatterne af dette notat) er dog enige om at der bag PISA's definition ligger en klar tilkendegivelse af at de naturvidenskabelige fag i den obligatoriske del af uddannelsessystemet skal bidrage til almindendannelse, og et bud på hvad bidraget kan være.

I det følgende bruges “scientific literacy” eller “naturvidenskabelig kompetence” som i den danske rapport. Ligeledes vil vi af og til anvende “naturfag” i en bred betydning, dvs. synonymt med “de naturvidenskabelige fag”.

3 Tre dimensioner af naturvidenskabelig kompetence

I PISA er hensigten at fortolke scientific literacy som en bred kompetence der ikke er knyttet til beherskelse af et bestemt indhold eller relateret til læseplaner. Som grundlag for fortolkning af naturvidenskabelig kompetence har man valgt tre brede dimensioner:

- **Arbejds måder og tankegange** (Processes and skills): De mentale processer der indgår i arbejdet med et spørgsmål eller et problem (fx at identificere data og kendsgerninger eller tolke konklusioner).
- **Begreber og indhold** (Concepts and content): Den naturvidenskabelige viden og den begrebsmæssige forståelse der er en forudsætning for at anvende disse arbejds måder og tankegange.
- **Kontekst** (Context): De situationer hvori arbejds måder og

forståelse anvendes, fx en personlig kontekst som sundhed og ernæring eller en global kontekst som klima.

Inden for hver dimension er der endvidere truffet beslutning om hvilke komponenter det var vigtigt at inkludere, for eksempel hvilke arbejdsmåder og tankegange det især er vigtigt at beherske.

3.1 Procesdimensionen - Naturvidenskabelige arbejdsmåder og tankegange

PISA lægger i den første dimension vægt på færdigheder i at anvende naturvidenskabelig viden og på viden *om* naturvidenskab. Vurderingen af en sådan kunnen kan hjælpe til forståelse af hvor godt fremtidens borgere er forberedt til at deltage i samfund der i stadig stigende grad påvirkes af udviklingen inden for naturvidenskab og teknologi. Elever må kunne forstå hvad der karakteriserer naturvidenskab, herunder metodiske styrkesider og begrænsninger, samt hvilke typer af spørgsmål der kan undersøges - og hvilke der ikke kan undersøges - med naturvidenskabelige metoder. Eleverne bør også kunne afgøre hvilken type af data der kræves i en naturvidenskabelig undersøgelse, samt i hvilken grad det er muligt at nå frem til en pålidelig konklusion på grundlag af (foreliggende) data. Endvidere er det vigtigt at eleverne tydeligt er i stand til at formidle deres forståelse og argumenter til en given målgruppe, i modsat fald vil de ikke komme til orde i sager der debatteres i samfundet.

Den internationale naturfaglige ekspertgruppe der har udformet rammerne, anser det for muligt at en sådan kunnen kan opnås med udgangspunkt i førstehåndserfaringer med undersøgelser og eksperimenter i skolens naturfagsundervisning. Hensigten med PISA er ikke at finde ud af om eleverne kan gennemføre selvstændige undersøgelser; men om deres skoleerfaringer har ført til en sådan forståelse af naturvidenskabelige metoder og begreber at de er i stand til at "være med til at træffe afgørelser om den naturgivne omverden og de påvirkninger af den som menneskers aktiviteter medfører". På grundlag af disse argumenter vurderes følgende fem arbejdsmåder og tankegange i PISA:

1) Demonstrere forståelse af naturvidenskabelige begreber

Forståelse vises ved at man er i stand til at bruge begreber i situationer der er anderledes end læringssituationen. Det kræver ikke blot genkaldelse af viden, men at man kan vise relevansen af denne viden i forskellige situationer eller bruge den i forudsigelser eller forklaringer.

2) Genkende spørgsmål der kan undersøges naturvidenskabeligt

Hermed menes at kunne skelne problemer eller spørgsmål som kan forsøges besvaret ved hjælp af naturvidenskab, eller at kunne identificere et specifikt spørgsmål som er undersøgt eller kunne undersøges i en bestemt situation.

3) Identificere data der er nødvendige i en naturvidenskabelig undersøgelse

Dette omfatter at kunne identificere eller foreslå data der er nødvendige for at besvare spørgsmål som er stillet forud for en videnskabelig undersøgelse, eller at kunne foreslå fremgangsmåder der kan bruges til indsamling af data.

4) Drage eller vurdere en konklusion

Det vil sige at kunne forbinde konklusioner med de data som de enten er eller bør være baseret på.

5) Formidle en velbegrundet konklusion

Hermed menes at kunne udtrykke konklusioner der kan drages ud fra tilgængelige data på en måde der passer til en given målgruppe.

Procesaspektet i naturfagsundervisningen defineres som regel bredt som de metoder, teknikker og procedurer man benytter i naturvidenskaben for at opnå ny erkendelse. PISA's proceskompetencer (de fire sidste kompetencer ovenfor) er alle det man kan karakterisere som intellektuelle eller kognitive proceskompetencer. Dette er kun en af flere kategorier af proceskompetencer i naturvidenskaben. Som en anden variant vil vi fremhæve konkrete færdigheder som at kunne måle pH etc.

Det er også oplagt at praktiske og intellektuelle kompetencer er stærkt knyttet til hinanden, og at samspillet er meget kompliceret. Vi støder altså her mod debatten knyttet til den klassiske distinktion mellem kundskaber og færdigheder (produkt og proces) i pædagogikken, men vi lader denne debat ligge i denne sammenhæng.

3.2 Naturvidenskabelige begreber

I PISA er der udvalgt begreber med stor forklaringsværdi i forhold til vores materielle omverden, men der er ikke gjort forsøg på at identificere alle begreber der kunne opfylde dette kriterium. I stedet er der i PISA 2000 valgt begreber ud fra overordnede naturvidenskabelige begreber der viser bred dækning af det naturvidenskabelige område og fungerer som temaer for opgaverne. Temaerne er her nævnt i alfabetisk rækkefølge:

- 1) Atmosfærisk forandring
- 2) Biologisk mangfoldighed (biodiversitet)
- 3) Energiomsætninger
- 4) Form og funktion
- 5) Fysiologisk ændring
- 6) Genetisk kontrol
- 7) Geologisk forandring
- 8) Jorden og dens plads i universet
- 9) Kemiske og fysiske ændringer
- 10) Kræfter og bevægelse
- 11) Menneskets biologi
- 12) Stoffers og materialers strukturer og egenskaber
- 13) Økosystemer.

3.3 Kontekst - situationer og anvendelsesområder

PISA's definition af naturvidenskabelig kompetence lægger vægt på at processer og begreber skal anvendes på spørgsmål og problemer i den virkelige verden. Elever der har opnået en vis grad af naturvidenskabelig kompetence, vil være i stand til at anvende det de har lært, både i skole og ikke-skole situationer. Ved situationer forstås i denne forbindelse et fænomen i

den virkelige verden der kan belyses ved hjælp af naturvidenskab. Bemærk at der i PISA skelnes mellem et naturvidenskabeligt begreb (fx atmosfærisk forandring) og en del af vores verden hvor det kan anvendes (fx vejr og klima).

Anvendelsesområderne har fået følgende tre brede overskrifter:

- Naturvidenskab inden for liv og sundhed (fx ernæring, bevaring af arter, samspil mellem fysiske og biologiske systemer)
- Naturvidenskab inden for jord og miljø (fx forurening, energianvendelse, vejr og klima, transport)
- Naturvidenskab inden for teknologi (fx bioteknologi, materialeanvendelse og affaldshåndtering).

Inden for hvert af disse områder kan problemer påvirke os som individer, som medlemmer af et lokalsamfund eller som verdensborgere, ofte på alle tre måder. Inden for nogle områder har anvendelse af naturvidenskab en lang historie der kan illustrere ændringer af den naturvidenskabelige forståelse over tid. Der er således tænkt på situationer og anvendelsesområder ud fra fire typer af relevans: personlig, samfundsmæssig, global eller historisk relevans.

4 PISA og naturfagene i folkeskolen

Den danske deltagelse i PISA blev imødeset med stor interesse af flere grunde, ikke mindst fordi rammerne for denne undersøgelse i højere grad end TIMSS svarer til de danske forventninger om elevernes udbytte af naturfagsundervisningen i folkeskolen. Her tænkes både på formål med undervisningen og på de anvendte opgavetyper.

I grundskolen forventes det ifølge folkeskolens formål blandt andet at eleverne tilegner sig kundskaber, færdigheder, arbejdsmetoder og udtryksformer. Det forventes også at de opnår tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle. Og skolen skal bidrage til elevernes forståelse for menneskets samspil med naturen. Endvidere skal skolen forberede

eleverne til medbestemmelse, medansvar, rettigheder og pligter i et samfund med frihed og ansvar.

Undervisningen i skolens fag skal bidrage til opfyldelse af skolens overordnede formål. Fagrækken, der er fastlagt i folkeskoleloven, er opdelt så det naturvidenskabelige område omfatter matematik, natur/teknik (1.-6. klasse), biologi og geografi (7.-8.klasse) samt fysik/kemi (7.-9. klasse). For hvert fag er der formuleret formål og centrale kundskabs- og færdighedsområder (CKF) der præciserer fagenes bidrag til den almindelse der er hensigten med folkeskolen.

I PISA er matematik og science selvstændige områder, og science er afgrænset så de naturvidenskabelige begreber er relateret til biologi, fysik, kemi og (natur)geografi, men vil vi se på de danske 15-åriges baggrund i relation til PISA 2000, er det nødvendigt at se på alle naturfagene i folkeskolen, jf. bestemmelserne i faghæfterne fra 1995.

Overordnet set er der ingen uoverensstemmelse mellem PISA's definition af scientific literacy og formålene for naturfagene (de naturvidenskabelige fag) i folkeskolen. Intentionen er, som i PISA, at eleverne skal kunne bruge den viden de tilegner sig: *“at forstå og være med til at træffe afgørelser om den naturgivne omverden og de påvirkninger af den, som menneskers aktiviteter medfører”*. Ordvalget i fagenes formål fra 1994 er lidt anderledes: *“stillingtagen og handlen i forhold til menneskets samspil med naturen”* (biologi), *“indflydelse på og tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik både lokalt og globalt”* (fysik/kemi), *“selvstændig stillingtagen til og ansvarlighed over for problemer vedrørende udnyttelse af naturgrundlag, ressourcer og den kulturskabte omverden og konsekvenser for miljø og levevilkår”* (geografi) (Undervisningsministeriet, 1994); men meningen, det almindelige perspektiv i disse formuleringer, er den samme. De danske fagformål indeholder også andre aspekter, fx *“glæde ved naturen”* (biologi), *“interesse for naturfænomener, naturvidenskab og teknik”* (fysik/kemi).

Man kan sige at scientific literacy som defineret i PISA 2000, er et udtryk for forventninger om at de naturvidenskabelige fag skal bidrage til almen dannelse med udvikling af nogle kognitive kompetencer. Fagformålene er udtryk for at undervisningen i skolefagene desuden skal bidrage til elevernes affektive udvikling: to sider af den enkelte elevs alsidige personlige udvikling der ikke udelukker hinanden. Desuden lægges der i de danske formål vægt på praktiske færdigheder.

På baggrund af denne vægtning af at eleverne skal lære at tage stilling, kunne man forvente at opgaverne i PISA, der er en blanding af multiple choice og åbne opgaver, skulle passe godt til de danske elever. TIMSS undersøgelsen blev blandt andet kritiseret for at der var for mange flervalgsopgaver (multiple choice opgaver).

5 Danske resultater i et internationalt og nordisk perspektiv

Her vil vi give et billede af hvordan de danske elever klarede sig i naturvidenskab i PISA 2000, og sammenligne med læsning og matematik hvor vi har fundet det relevant. Vi vil gøre mest ud af de 15-åriges resultater, men kort behandle de 16-årige. Vi vil lægge vægt på at se hvordan de danske elever præsterer i forhold til de internationale resultater, specielt vil vi lægge vægt på sammenligning med de nordiske landene. Ved vurdering af resultaterne er det vigtigt at huske at det er de praktisk anvendelige (relevante) og almenfaglige sider ved fagene som er i fokus i PISA-testen.

Resultaterne i naturfag er kun givet på én skala. I læsning derimod er resultaterne givet på en hovedskala og tre delskalaer. Eftersom der er langt færre opgaver i naturfag, er dette ikke muligt i denne fase af PISA, men der bliver arbejdet frem mod delskalaer i PISA 2006, hvor naturfag bliver hovedområde. Skalaen i naturfag måler elevernes færdigheder i at bruge naturfaglig kundskab, genkende naturvidenskabelige spørgsmål, sige hvad som kan undersøges ved hjælp af naturviden-

skabelige undersøgelser, relatere naturvidenskabelige data til påstande og konklusioner samt kommunikere de forskellige aspekter.

Som ved matematisk kompetence er naturvidenskabelig kompetence bedømt på en skala der har et gennemsnit på 500 point og en standardafvigelse på 100 point, og således at omkring to tredjedele af eleverne i OECD-landene har scoret mellem 400 og 600 point.

Sværhedsgraden i naturfagsopgaverne varierer afhængigt af hvor vanskelige begreber der er brugt, mængden af data som er givet, hvor høje krav til ræsonnering der stilles, samt den grad af præcision som kræves. Desuden har konteksten, opgaveformatet, og måden spørgsmålet er præsenteret på, selvfølgelig også stor betydning.

Der er gjort et forsøg på i ord at beskrive de kompetencer som måles langs naturfagskalaen. Dette er gjort ved detaljeret at beskrive tre konkrete skalaværdier for elevernes naturfagsscore, når det gælder kompetence. Disse beskrivelser er baseret på en analyse af de kognitive krav som præger de opgaver der har en sværhedsgrad på et tilsvarende niveau. Dette repræsenterer en begyndelse til i næste fase af PISA at kunne beskrive færdighedsniveauer, ligesom det er gjort for læsning i PISA 2000. Beskrivelsen lyder således:

- I den øverste ende af skalaen (omkring 690 point) er elever generelt i stand til at danne eller anvende enkle begrebsmodeller i deres forudsigelser eller forklaringer; at analysere naturvidenskabelige undersøgelser i relation til fx eksperimentelt design og identificere den idé der afprøves; sammenligne data med henblik på vurdering af alternative synspunkter eller forskellige perspektiver; formidle naturvidenskabelige argumenter og/eller beskrivelser i detaljer og med præcision.
- Omkring 550 point er eleverne typisk i stand til at anvende naturvidenskabelige begreber ved forudsigelser eller som led i

forklaringer; genkende spørgsmål der kan besvares ved en naturvidenskabelig undersøgelse, og/eller påpege detaljer der må indgå i en naturvidenskabelig undersøgelse; samt udvælge relevant information fra modstridende data eller argumentationskæder når de drager eller vurderer konklusioner.

- I den lavere ende af skalaen (omkring 400 point) er elever i stand til at huske eller gengive enkel faktuel naturvidenskabelig viden (fx navne, facts, terminologi, enkle regler) og bruge almindelig naturfaglig viden til at drage eller vurdere konklusioner.¹⁹

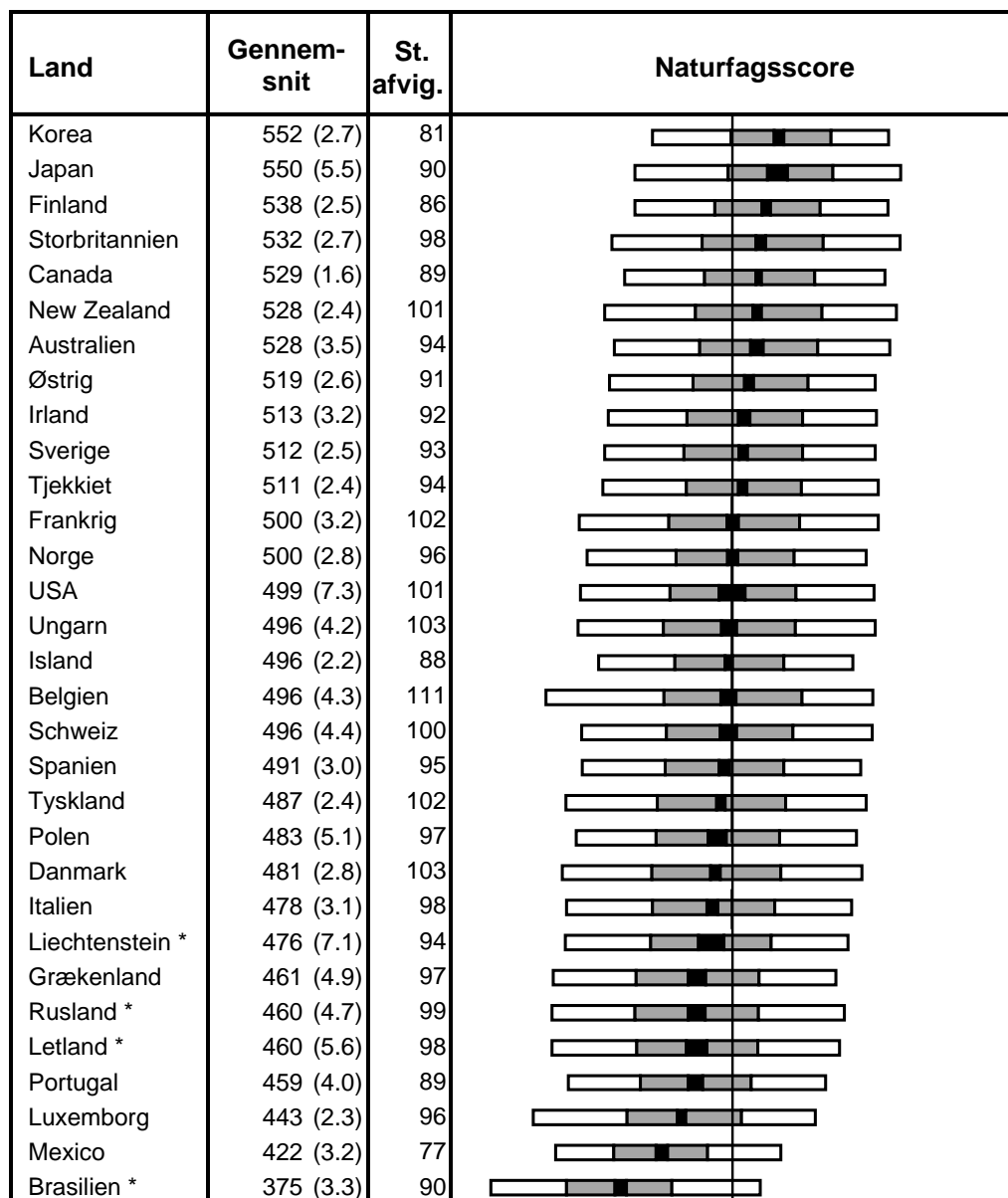
5.1 Danske 15-årige

I figur 1 har vi vist elevernes præstationer i naturfag i hvert af deltagerlandene. Scoren for hvert land er givet som et trecifret tal som angiver gennemsnitsværdien for landet. Gennemsnittet for alle OECD-landene er sat til 500, og den internationale standardafvigelse er sat til 100.

Af figur 1 ser vi at det (i øvrigt i lighed med matematik) er Korea og Japan som skiller sig klart ud med højeste score. Disse er efterfulgt af Finland som scorer klart bedre end de andre nordiske lande. Sverige scorer også signifikant bedre end gennemsnittet, mens Norge og Island scorer som gennemsnittet. Danmark er i gruppen af lande som scorer signifikant lavere end det internationale gennemsnit.

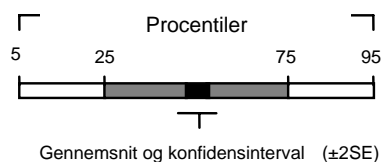
De danske elever scorer relativt meget bedre i matematik, og i figur 2 har vi grafisk fremstillet differencen mellem matematik- og naturfagsscoren for hvert land. I lande med søjler mod højre vil det sige at eleverne scorer relativt bedre i matematik end i naturfag.

¹⁹) I bilagsafsnit 6.1 i (Andersen m. fl., 2001) beskrives PISA's skala for vurdering af naturvidenskabelig kompetence i tilknytning til et eksempel på en opgaveenhed med fire tilhørende spørgsmål. Flere eksempler på opgaver samt vejledning til bedømmelse af svarene findes i et særskilt appendiks der kan findes på Internettet på adressen: www.dpu.dk - under: Forskning.



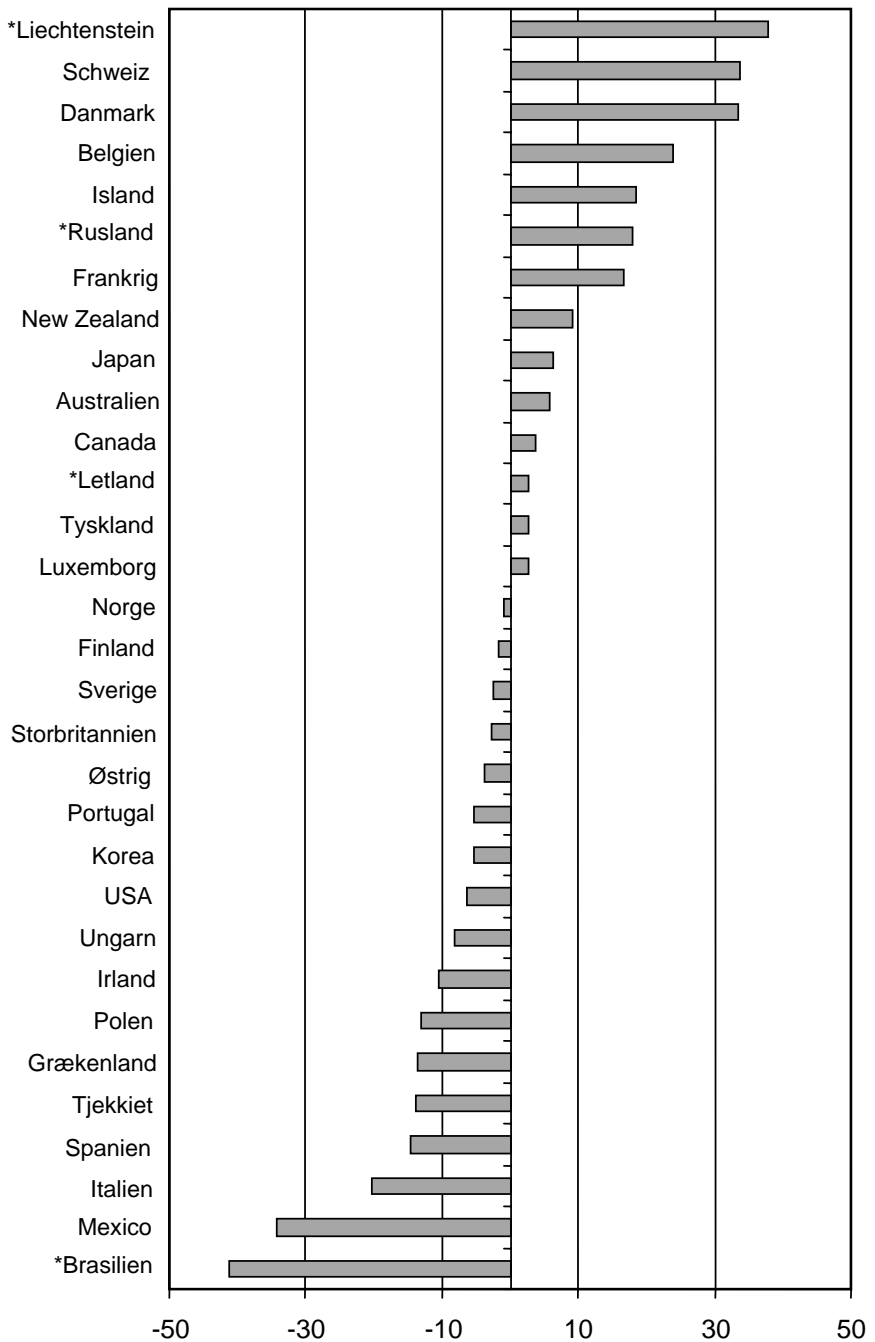
* Ikke-OECD land

() Standardfejl i parentes



Internationalt gn.snit = 500

Figur 1.
Internationale resultater i naturfag.



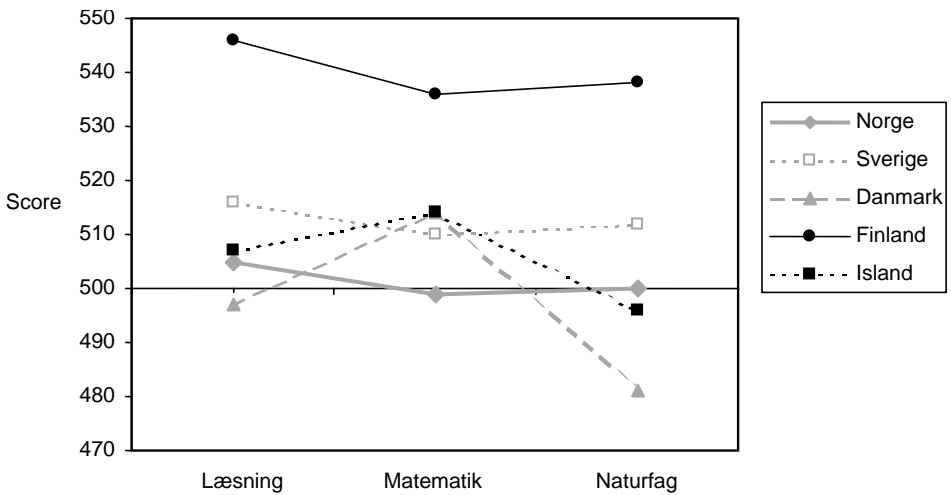
Figur 2. Difference mellem matematikscore og naturfagsscore.
Positiv værdi betyder i favør af matematik. (* Ikke OECD land)

Af figur 2 ser vi at nogle lande udmærker sig med relativt stor forskel mellem matematik og naturfag, mens der i flertallet af lande er små forskelle. Danmark markerer sig sammen med Liechtenstein og Schweiz som "matematik-land". Det samme gør også lande som Belgien, Island, Rusland og Frankrig. Disse resultater er i høj grad i overensstemmelse med TIMSS-resultaterne, hvor Danmark sammen med Belgien, Frankrig, Japan og Schweiz også markerede sig som "matematik-land" (Lie m.fl., 1997).

Modsat er det først og fremmest Brasilien og Mexico som udmærker sig som "naturfags-land". I de andre nordiske lande, Norge, Finland og Sverige, er differencen lille, men i favør af naturfag. I TIMSS markerede de engelsktalende lande sig som "naturfags-lande", med England og USA som de mest markante. Blandt de nordiske lande, med undtagelse af Island, finder vi stort set samme resultat i de to undersøgelser, nemlig at Danmark skiller sig ud som et klart "matematik-land", mens Norge og Sverige scorer relativt bedre i naturfag.

For at se lidt nærmere på de nordiske resultater har vi i figur 3 fremstillet præstationerne i læsning, matematik og naturfag for alle de nordiske lande i form af scoreværdier. Vi minder om at gennemsnittet for alle OECD-landene er sat til 500 og den internationale standardafvigelse til 100.

Det første man lægger mærke til i figuren, er hvor overlegent meget bedre de finske elever præsterer i alle de tre fagområder i forhold til de andre nordiske lande. Vi ser også, måske noget overraskende, at der heller ikke er nogen tendens til en entydig nordisk profil. Der er snarere to profiler. Vi kan sige at Danmark og Island præsterer klart bedst i matematik, mens Finland, Sverige og Norge har en fælles profil; her præsterer eleverne relativt set bedre i læsning end i naturfag og matematik.

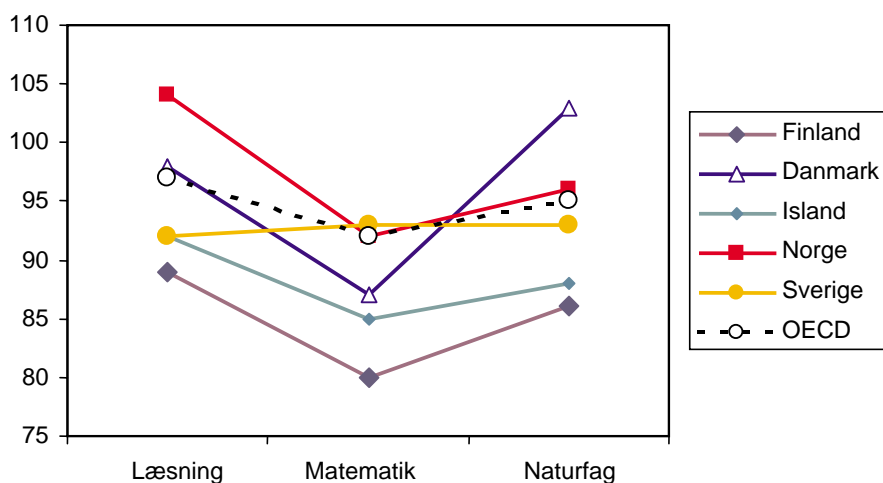


Figur 3. Score i læsning, matematik og naturfag for de nordiske lande.

5.2 Spredning

Af figur 4 fremgår hvor stor standardafvigelsen er for naturfagsscoren i hvert af de nordiske lande. Med en standardafvigelse på 103 point ligger Danmark over gennemsnittet for alle OECD-landene, som er 95 point. Det modsatte er tilfældet i matematik. Mexico, Korea og Finland markerer sig med lave standardafvigelser i naturfagsscoren. Det kan nævnes at situationen er modsat for Belgien, som har en særlig stor spredning, noget som antagelig både hænger sammen med et skolesystem hvor eleverne kan vælge "linje" relativt tidligt, men også med at der egentlig er to helt forskellige skolesystemer med ulige resultater for det franske og det flamske system.

I figur 4 ser vi også at Danmark markerer sig både ved at have stor spredning i naturfag og også ved at forskelle i spredningen varierer mere for de tre fagområder end i de andre nordiske lande. Sverige markerer sig ved at have relativt lige stor spredning i alle tre fag.

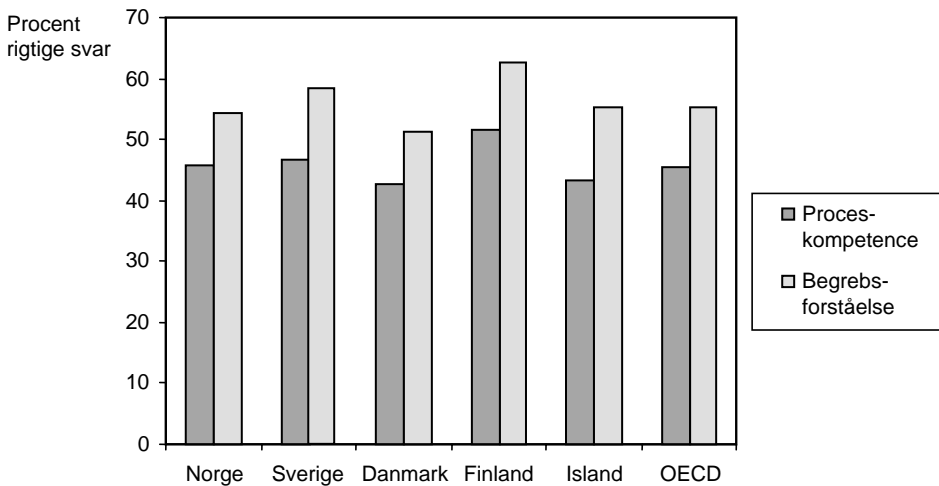


Figur 4. Standardafvigelser for læse-, matematik- og naturfagsscoren i de nordiske lande.

5.3 Proceskompetence vs. begrebsforståelse

Naturfagsopgaverne i PISA kan inddeles i to typer efter om det hovedsageligt er proceskompetence eller begrebsforståelse som måles. Med processer (arbejds måder og tankegange) menes her de mentale processer som er involveret når man skal løse de problemstillinger der er tale om, som for eksempel at identificere evidens eller forklare konklusioner. Med begrebsforståelse menes den naturvidenskabelige viden og den begrebsmæssige forståelse som er et nødvendigt grundlag for at kunne bruge de aktuelle processer (jf. den tidligere gennemgang af arbejds måder og tankegange).

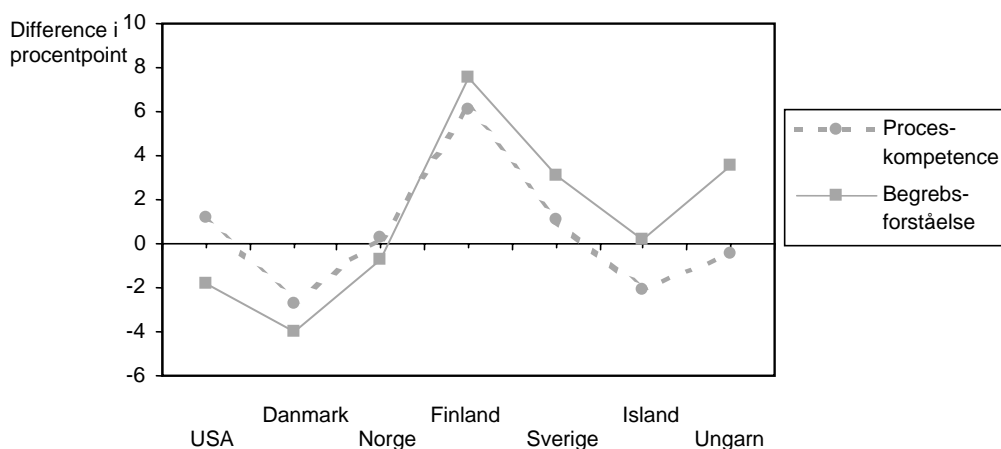
For at se nærmere på resultaterne for disse to kompetencer har vi i figur 5 angivet procentandel rigtige svar i henholdsvis proceskompetence og begrebsforståelse i de nordiske lande og OECD-gennemsnittet. For det første lægger vi mærke til at der gennemgående præsteres bedre i opgaver hvor hovedvægten ligger på begrebsforståelse. Vi kan selvfølgelig ikke direkte slutte af dette at eleverne har "bedre" kompetence i begrebsforståelse, da andre faktorer som opgaveformat, sværhedsgrad og kontekst også spiller ind. Men vi ser at billedet er relativt ens i alle de nordiske lande.



Figur 5. Procent rigtige svar for proceskompetence og begrebsforståelse.

Vi vil nu se lidt nærmere på om der er nogen lande som udmærker sig ved at de scorer relativt bedre enten i proceskompetence eller i begrebsforståelse. I figur 6 har vi fremstillet differencen i procentpoint i forhold til OECD-gennemsnittet. Vi har her taget USA og Ungarn med sammen med de nordiske lande. USA og Ungarn er ikke valgt tilfældigt, men tværtimod, fordi man fra tidligere er klar over at man i USA i lighed med mange andre engelsktalende lande lægger stor vægt på procesaspektet i undervisningen. Modsat ved vi at der i mange østeuropæiske lande lægges noget større vægt på faglig begrebsforståelse.

I figur 6 har vi sorteret landene efter om de præsterer relativt bedst i proceskompetence eller begrebsforståelse angivet som procentpoint over eller under OECD-gennemsnittet. Som vi ser, markerer USA sig ved at eleverne præsterer klart bedre i proceskompetence. Vi har også set på resultaterne for Storbritannien som er helt i tråd med det vi fandt for USA. Videre ser vi at i modsat retning er det Ungarn som markerer sig, og vi ser at her præsterer eleverne relativt meget bedre på opgaver som har vægt på begrebsforståelse.



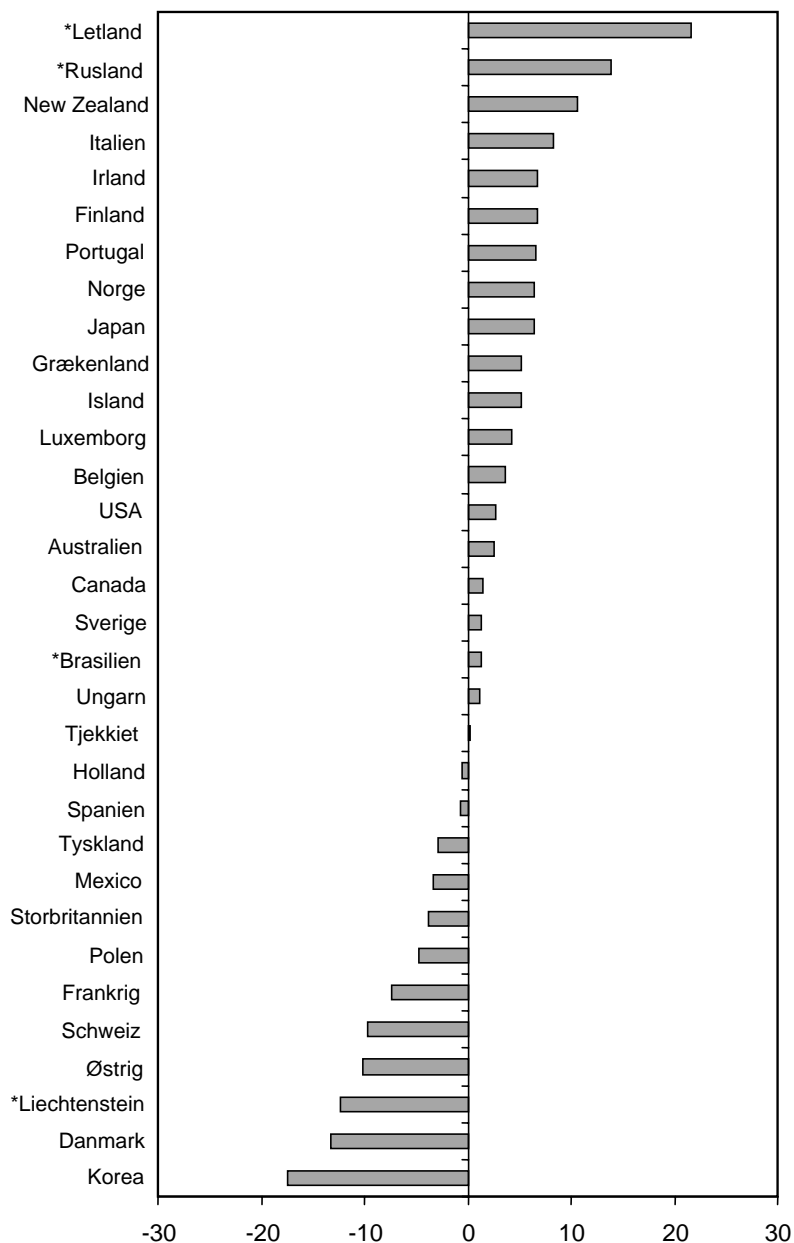
Figur 6. Præstationer inden for proceskompetence og begrebsforståelse, angivet som procentpoint over eller under OECD-gennemsnittet.

Ser vi specielt på de nordiske lande, ser vi at Danmark og Norge præsterer relativt bedre i proceskompetence end begrebsforståelse, mens det i Finland, Sverige og Island er modsat. Men vi vil pointere at nogen af forskellene er små og ubetydelige.

5.4 Kønsforskelle

I de fleste lande er der lagt stor vægt på at reducere eventuelle forskelle mellem pigers og drenges præstationer i naturfag og matematik, og i alle de nordiske lande har den skæve rekruttering til videre uddannelse inden for de naturvidenskabelige områder fået stor opmærksomhed. I figur 7 har vi set på kønsforskellene i alle lande ved at tage pigernes gennemsnitsscore minus drengenes gennemsnitsscore i naturfag. Disse differencer har fejlmarginer på omtrent 10 point, men det varierer lidt fra land til land. Differencer lavere end dette er ikke signifikante.

I figur 7 ser vi at der i mange lande er en ubetydelig forskel mellem kønnenes præstationer. I så meget som 24 af OECD-landene er forskellene ikke signifikante. Videre ser vi at Letland markerer sig sammen med Rusland og New Zealand ved at have størst forskel i pigernes favør, mens Korea sammen

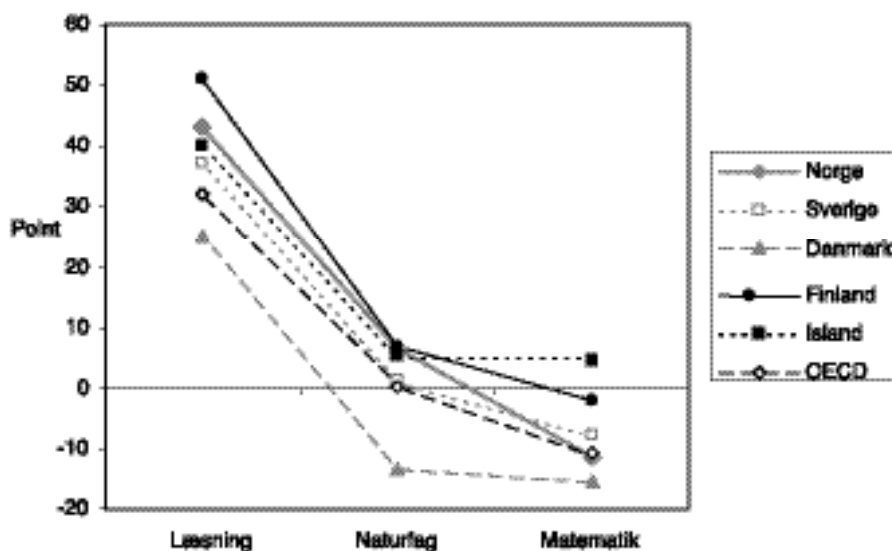


Figur 7. Differencer mellem pigers og drenge naturfagsscore.
Positiv værdi betyder i pigernes favør.

med Danmark og Liechtenstein har størst forskel i drengenes favør. I de nordiske lande, bortset fra Danmark, er der ikke-signifikante forskelle, og de går alle i pigernes favør. Sammenligner vi med resultaterne i TIMSS, markerede Danmark sig også der sammen med Israel med størst forskel i drengenes favør. I mange andre lande er der en tydelig forskel mellem disse to projekter. I TIMSS præsterede drengene signifikant bedre end pigerne i naturfag, mens der ikke var signifikante forskelle i matematik. I PISA er det altså omvendt.

De store forskelle vi ser, specielt i naturfag, mellem PISA og TIMSS har nok mange forklaringer. I PISA handler opgaverne i større grad om biologiske temaer, som i TIMSS viste sig at være det område hvor pigerne præsterede bedst relativt set, i modsætning til i fysik og kemi hvor drengene præsterede signifikant bedre end pigerne. Videre har vi været inde på at der i PISA stilles meget større krav til læsning end i tidligere undersøgelser, noget som ser ud til klart at favorisere pigerne. Desuden er der i PISA lagt meget større vægt på procesaspektet i opgaverne, hvor der også ser ud til at være store forskelle med hensyn til køn, noget vi ser lidt nærmere på senere.

I matematik giver resultaterne et mere entydigt billede. For det første er forskellen i matematik meget større end i naturfag, og den går i drengenes favør. I alle lande, bortset fra Island, New Zealand og Rusland, scorer drengene bedre end pigerne i matematik. Forskellen er allerstørst i Østrig, Brasilien og Korea, men i Danmark scorer drengene også signifikant bedre end pigerne. I TIMSS var der ikke signifikante forskelle mellem de internationale gennemsnitsscorer for piger og drenge, og kun i otte af landene var der signifikante forskelle (Israel, Danmark, Korea, Iran, Grækenland, Portugal, Spanien og Japan). Nogle af de samme lande, deriblandt Danmark, markerer sig også i PISA med store forskelle.



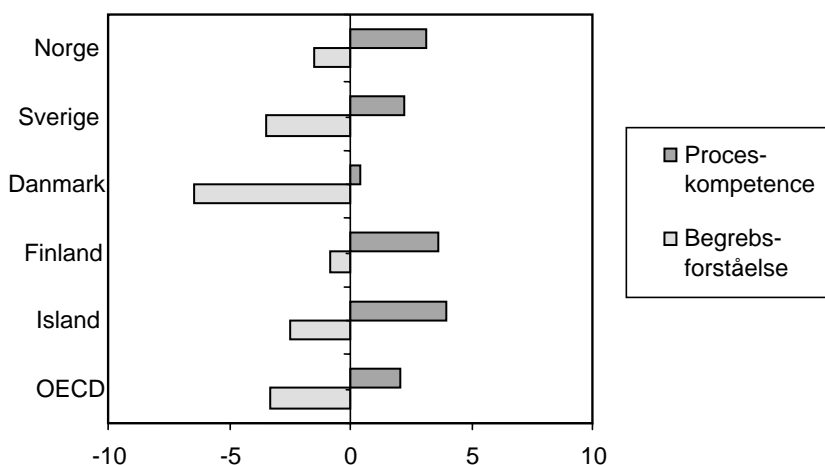
Figur 8. Difference mellem pigers og drenges score i læsning, naturfag og matematik. Positiv værdi betyder i pigernes favør.

Vi vil nu se lidt nærmere på forskellene i pigers og drenges præstationer i de nordiske lande. I figur 8 har vi fremstillet differencen mellem pigers og drenges score i læsning, naturfag og matematik. Positive værdier vil sige at præstationerne går i pigernes favør. Sammenligner vi forskellene i de tre fagområder, er der ikke megen tvivl om at det er i læsning vi finder de helt store forskelle. Pigerne scorer meget bedre end drengene i alle lande, og differencen for OECD-gennemsnittet er på 32 procentpoint, noget som svarer til så meget som en tredjedel af en standardafvigelse. Bortset fra i Danmark ser vi at der i naturfag gennemgående er små og ikke signifikante forskelle. I matematik ser vi at drengene scorer bedst, men selv om der er signifikant forskel fra OECD-gennemsnittet, er forskellen meget lille sammenlignet med læsning. Vi ser at profilen er relativt ens både internationalt og i alle de nordiske lande, og at det er i naturfag de danske resultater markerer sig mest.

5.5 Køn og proceskompetence vs. begrebsforståelse

Som vi har nævnt tidligere i denne artikel, kan naturfagsopgaverne i PISA inddeles i to kategorier efter om det hovedsageligt er proceskompetence eller begrebsforståelse som måles. Vi vil nu se lidt nærmere på hvordan pigerne præsterer i forhold til drengene i disse to kategorier af opgaver.

I figur 9 har vi vist differencen mellem pigernes og drengenes præstationer (i form af procentandel rigtige svar) i de nordiske lande og OECD-gennemsnittet. Billedet viser tydeligt at drengene scorer relativt meget bedre end pigerne på opgaver hvor der især kræves begrebsforståelse, mens pigerne gør det bedre i de såkaldte "procesopgaver". Da der i PISA er lagt usædvanlig stor vægt på den sidste type opgaver, kan dette være en af flere forklaringer på at pigerne totalt set klarer sig bedre i naturfag end i tidligere undersøgelser. Ser vi på de nordiske resultater, ser vi samme tendens, men den er mindre markant i Norge og i Finland end i de andre nordiske lande. Videre ser vi at Danmark markerer sig med størst forskel i drengenes favør.



Figur 9. Kønsforskelle i præstationer i de forskellige kompetencer. Difference i procentpoint, positiv værdi betyder i pigernes favør.

5.6 Opgaveformat

Den faglige test i PISA består af flere forskellige opgaveformater. Der er enkle flervalgsopgaver hvor eleverne skal krydse af for et rigtigt svar, og sammensatte flervalgsopgaver hvor de skal krydse af for ja/nej eller rigtigt/forkert for en serie af spørgsmål. Der er også åbne opgaver hvor eleverne må formulere egne svar som kan variere fra bare at skrive et tal til længere svar med begrundelser eller lignende. I det følgende er opgaverne delt ind i to hovedkategorier, flervalgsopgaver og åbne opgaver.

Flervalgsopgaver har været relativt lidt brugt i vurderingssammenhænge i norsk og dansk skole, og man kan måske forvente at vore elever scorer lavere på dette opgaveformat i forhold til lande hvor dette er det mest brugte format. Samtidig ved vi fra tidligere undersøgelser at åbne opgaver som regel er mere krævende end flervalgsopgaver. For det første skal eleverne her formulere et svar med egne ord. Derved bliver den skriftlige formuleringsevne også en vigtig faktor, særligt når der skal indgå en forklaring eller begrundelse. Et svar i denne kategori vil for eksempel ikke kunne godkendes hvis det er for vagt eller ufuldstændigt formuleret, til trods for at eleven måske har forstået både teksten og opgaven. For det andet kan motivationsfaktoren spille en rolle her. Et kryds eller et tal er mindre krævende end en skriftlig formulering. For det tredje vil elever som er usikre, og som måske ikke ville være kommet på svaret selv, kunne få akkurat den hjælp de trænger til, når de ser de forskellige svaralternativer. Svaralternativerne kan også ofte hjælpe til at definere hvad spørgsmålet egentlig går ud på.

I tabel 1 har vi sammenlignet gennemsnitsscoren (procentandel rigtige svar) på de forskellige opgaveformater i naturfag og matematik for Danmark og de andre nordiske lande samt OECD-gennemsnittet. For det første ser vi at de åbne opgaver generelt har været mere krævende end flervalgsopgaverne både i naturfag og i matematik. Videre ser vi at der ikke er noget entydigt mønster i de nordiske lande, mens vi ser at Danmark markerer sig ved at præstere relativt bedre på flervalgsopgaverne i naturfag.

Land	Naturfag			Matematik		
	Åbne	Flervalg	Difference	Åbne	Flervalg	Difference
Norge	41	55	14	40	59	19
Sverige	42	59	17	44	58	14
Danmark	35	54	19	46	62	16
Finland	50	61	11	49	66	17
Island	39	55	16	45	61	16
OECD	41	56	15	42	58	16

Tabel 1. Gennemsnitsscore for danske 16-årige sammenlignet med 15-årige i de nordiske lande.

5.7 Danske 16-årige

I alle tre testede domæner klarer de danske 16-årige sig lidt bedre end de danske 15-årige. Gennemsnittet for alle OECD-landene er 500 som tidligere nævnt. Som tabel 2 viser, er forskellen mellem de to danske populationer dog ikke stor. Og de finske 15-årige klarer sig stadig markant bedre på alle tre områder når de sammenlignes med de danske 16-årige (tabel 3).

	Læsning	Matematik	Naturfag
Dansk-PISA (16 år)	508	525	494
Danmark OECD-PISA (15 år)	497	514	481
OECD-PISA gennemsnit (15 år)	500	500	500

Tabel 2. Gennemsnitsscore for danske 16-årige sammenlignet med danske 15-årige.

	Læsning	Matematik	Naturfag
Dansk-PISA (16 år)	508	525	494
Norge (15 år)	505	499	500
Island (15 år)	507	514	496
Sverige (15 år)	516	510	512
Finland (15 år)	546	536	538

Tabel 3. Gennemsnitsscore for danske 16-årige sammenlignet med 15-årige i de nordiske lande.

På det naturvidenskabelige område opnåede *både* de danske 16-årige og de danske 15-årige et dårligere resultat i gennemsnit end både de 15-årige i nordiske lande og i OECD-landene. Til sammenligning er det i matematik kun de finske 15-årige under uddannelse der klarede sig bedre i testen end de danske 16-årige. Med hensyn til læsefærdighed placerer de 16-årige sig midt i feltet, når der sammenlignes med de nordiske 15-årige.

	Naturfag
Grundskoler (16 år)	471
Efterskoler (16 år)	494
Tekniske skoler (16 år)	491
Handelsskoler (16 år)	532
Gymnasier (16 år)	597

Tabel 4. Gennemsnitsscore i naturfag for danske 16-årige fordelt på institutionstype.

Ser man på gennemsnitsscoren i naturfag fordelt på skoletype, opnåede de 16-årige gymnasieelever en meget høj score, mens de 16-årige grundskoleelever scorede lavest. Og det må bemærkes at de 16-årige danske grundskoleelever opnåede et dårligere resultat end de danske 15-årige, 471 point mod 481 point (tabel 4).

De 16-årige danske piger har - ligesom de 15-årige - bedre læsekompetencer end de jævnaldrende drenge. Til gengæld har de 16-årige drenge - ligesom de 15-årige - bedre matematikkompetence og naturvidenskabelig kompetence end de jævnaldrende piger.

6 Danske resultater - i forhold til læseplaner og praksis

Der er som vi har belyst i det foregående ikke megen opmuntring at finde i de danske resultater vedrørende det naturviden-

skabelige område. Det hjælper ikke meget at PISA også viste at danske elever generelt er glade for at gå i skole. Naturfagsresultaterne peger på nogle paradokser og rejser en række spørgsmål, men der kan ikke hentes mange forklaringer i PISA. Derfor må det følgende dels bygge på fortolkninger i forhold til formål og CKF og dels på vurderinger ud fra kendskab til danske skoleforhold.

6.1 Hvad forventes af danske elever?

Som det er påvist tidligere i dette notat, er der ingen direkte uoverensstemmelse mellem scientific literacy som defineret i PISA, og formålene for de naturvidenskabelige fag i folkeskolen. Interessant er det dog at bemærke at ordet "naturvidenskab" kun er nævnt i formålet for fysik/kemi. Men hvordan forholder det sig på næste niveau i bestemmelserne, de Centrale Kundskabs- og Færdighedsområder (CKF), der var gældende i 2000?

Indledningsvis kan det her bemærkes at faget natur/teknik der blev indført i 1993 som minimum i 1.-3. klasse, på grundlag af formål og CKF må siges at være i ganske god overensstemmelse med rammerne i PISA, men ingen af de elever der deltog i PISA 2000, har haft natur/teknik i fuldt omfang.

Ser vi på bestemmelserne vedrørende biologi, fysik/kemi og geografi, kan det konstateres at både de naturvidenskabelige begreber (temaer) der indgår i rammerne for PISA, og den kontekst hvori opgaverne er stillet, er omfattet af fagenes CKF'er. Spørgsmålet er så om alle områder er behandlet i undervisningen. PISA blev gennemført om foråret det år hvor flertallet af elever født i 1984 gik i 9. klasse, hvor de som tidligere nævnt kun har fysik/kemi på skemaet.

Overensstemmelsen er ikke helt så tydelig hvis vi sammenligner med hensyn til de kognitive processer i PISA, kaldet arbejdsmåder og tankegange. Overskrifterne på det relevante område i CKF'erne fra 1994 (Undervisningsministeriet, 1994) varierer lidt fra fag til fag, ligesom beskrivelsen af området

varierer. Det kan hævdes at intet i CKF'erne forhindrer at der arbejdes med de processer der prøves i PISA, men de er ikke præciseret på samme måde som i rammerne for PISA. Det kan også påpeges at formålenes formuleringer vedrørende "stilling-tagen" i relation til menneskets samspil med naturen ikke følges lige godt op i alle fagene, dårligst i fysik/kemi, som er det eneste naturvidenskabelige fag i 9. klasse. I CKF'erne for fysik/kemi er især beskrevet de færdigheder eleverne har brug for når de skal til praktisk/mundtlig prøve.

Selvom der ikke er fuldstændig overensstemmelse mellem det der forventes af danske elever, jf. naturvidenskabelige fags formål og CKF, og rammerne for PISA, kan ingen hævde at en forklaring på danske elevers dårlige resultat er at PISA tester noget, der betragtes som irrelevant i folkeskolens undervisning.

6.2 Prioriteringer i lov og praksis

Netop det at fysik/kemi er det eneste prøvefag kan i skolen fremme opfattelsen af at der er tale om fire forskellige og uafhængige fag. At der er fire naturfag i folkeskolen med forskellig status kan have flere konsekvenser for praksis og dermed for elevernes præstationer i PISA:

- Efter 6. klasse er eleverne ikke vant til at inddrage aspekter/begreber fra flere fagområder, hvorimod opgaveenhederne i PISA kan kræve anvendelse af begreber fra flere af de traditionelle fagområder.
- Opdelingen i ikke-eksamensfag der slutter i 8. klasse, og eksamensfag der også findes i 9. klasse, giver signal til elever, lærere og skoler om at noget er vigtigere end andet. Denne skelnen er i strid med PISA der vægter anvendelse af naturvidenskab i forhold til liv, sundhed, jord, miljø og teknologi og lægger større vægt på det biologiske område end fx TIMSS undersøgelsen.
- Den praktisk/mundtlige prøve i fysik/kemi og ingen prøve i biologi og geografi kan betyde at der i praksis ikke lægges

vægt på at eleverne også skriftligt skal kunne udtrykke deres viden og argumenter sådan som der netop lægges vægt på i PISA.

Denne prioritering af naturfagene kan muligvis påvirke elevernes motivation og interesse. Hvorfor gøre en indsats (i biologi og geografi) hvis det ikke betyder noget? Der er jo meget andet interessant at beskæftige sig med.

Og hvorfor gøre sig umage i PISA? Det var som nævnt tidligere i nogen grad forventet at de åbne opgaver og deres kontekst ville passe danske elever bedre end multiple choice opgaver. Men sådan gik det ikke. Danske elever har en lavere procent af rigtige svar i de åbne opgaver end eleverne i de øvrige nordiske lande. Medvirkende til den lave danske procent af rigtige svar er måske at en del af eleverne ikke forsøger at besvare de åbne opgaver, men ganske enkelt springer dem over. Dette er belyst for en opgave (som er gennemgået i bilag kap. 6 i (Andersen m.fl., 2001)). Den opgave sprang ca. 35% af de danske elever over, mod ca. 25% i andre lande. En anden udlægning af at eleverne springer opgaver over, er naturligvis at de ikke gør et forsøg hvis de ikke føler sig sikre. Elevernes begrundelser kender vi ikke.

TIMSS (Weng, 1996) viste at kun omkring halvdelen af de danske elever mente at de naturvidenskabelige fag var vigtige for deres videre uddannelse og fremtidige job, mod 85% når spørgsmålet handlede om matematik. Måske er elevernes vurdering og dermed prioritering ikke ændret i de mellemliggende år.

6.3 Spredning og kønsforskelle

Har den store danske spredning også noget med prioritering at gøre? Prioritering af lærerkræfter? Det er efterhånden velkendt (fra flere danske undersøgelser, bl.a. (EVA, 2002)) at mange forhold spiller ind når fagfordelingen fastlægges og at lærere underviser i andet end deres liniefag. Meget tyder på at folkeskolen - ud fra de bedste intentioner - er blevet indrettet sådan

at det er blevet vanskeligt at vægte faglige lærerkvalifikationer, eller i det mindste at man rundt om på skolerne har følt sig nødsaget til at opprioritere andre områder, fx lærersamarbejde om de enkelte klasser, specielt når der ikke er tale om eksamensfag. Men hvordan harmonerer dette med at spredningen er større på den enkelte skole end mellem skolerne?

Som nævnt tidligere i artiklen, er der i PISA gjort en del for at testens opgaver skulle stille drenge og piger mere lige end fx TIMSS. Hvorfor reagerer danske piger så anderledes? Er en konsekvens af det ligeværd der ifølge folkeskolens formål skal præge undervisningen, at pigerne "får lov" til at træffe deres egne valg/fravalg? Eller er det en følge af undervisningen, herunder manglende klare mål så eleverne ikke kan få pejlemærker og vide hvor de står? Manglende mål med undervisningsaktiviteter er påvist i LUNT-undersøgelsen (Andersen m. fl., 1997) og senest af Tordis Brock og Niels Egelund (Brock & Egelund, 2001).

Vil "Klare mål" (Undervisningsministeriet, 2002) kunne afhjælpe dette? CKF indeholder nu for hvert naturfag et område med overskriften "Arbejds måder og tankegange". Formuleringerne er justeret i forhold til CKF fra 1994, men hovedindholdet er omtrent det samme, dog er kendskabet til naturvidenskabelige processer præciseret, især i biologi. Området er formuleret forskelligt for hvert af fagene, men der er nogenlunde overensstemmelse mellem formuleringerne i biologi, fysik/kemi og natur/teknik, hvorimod geografi skiller sig ud. Vores vurdering er at formuleringen af klare mål kun vil få betydning hvis de smitter af på den daglige undervisning, så eleverne får en klar opfattelse af hvad der forventes af dem.

6.4 Danske resultater i internationalt perspektiv

I PISA har man ikke foretaget en sammenligning af de forskellige landes mål og læseplaner, og undersøgelsen giver derfor ikke grundlag for at se landenes resultater i forhold til andre landes læseplaner og praksis. I det følgende har vi derfor valgt

nogle nedslagspunkter: England, Sverige og Tyskland, men af lidt forskellige grunde.

De engelske 15-årige klarede sig godt i PISA, som de øvrige engelsktalende lande. Det karakteristiske for disse lande er at “science” (biologi, fysik, kemi og noget naturgeografi, “earth science”) er et fag i hele det obligatoriske skoleforløb. I England regnes engelsk, matematik og science for skolens hovedfag/mest betydende fag, og det anbefales at science udgør mindst 10% af den samlede undervisningstid. Dertil kommer at der siden 1980’erne med APU undersøgelserne (Assessment Performance Unit) har været fokus på science. I 1989 kom den første nationale læseplan for science og efterfølgende revisioner har fastholdt fokus på fagområdet. Der har ligeledes været arbejdet med udvikling af forskellige former for skriftlige prøver, med for megen fokus på testning vil nogle hævde. Vigtigst er måske at ingen (skoler, elever og forældre) har kunnet være i tvivl om, at science er et vigtigt fag.

Det næste nedslag skal handle om naturfagene i Sverige, hvor de 15-årige klarede sig godt. I Sverige findes naturfag, “naturorienterande ämnen” ligeledes i hele det obligatoriske skoleforløb. Naturorienterande ämnen omfatter biologi, fysik og kemi.

Der er kursusplaner med mål for hvert af fagene og en fælles målbeskrivelse.

De mål som eleverne skal have opnået i “naturorienterande ämnen” ved slutningen af det niende skoleår, er som beskrivelserne af de tre naturvidenskabelige fag ordnet under tre fælles overskrifter: 1) “beträffande natur och människa”, 2) “beträffande den naturvetenskapliga verksamheten” og 3) “beträffande kunskapens användning”²⁰. Under den anden overskrift nævnes blandt andet: “- ha kunskap om det naturvetenskapliga arbetsättet samt kunna redovisa sina iakttagelser, slutsatser och

20) Kursusplan for naturorienterande emner er hentet fra Skolverkets sider: www3.skolverket.se/ki/SV/0102/sf/11/ol/index.html.

kunskaper i skriftlig och muntlig form”. Under 3) nævnes blandt andet: “- kunna använda sina kunskaper om naturen, människan och hennes verksamhet som argument för ståndpunkter i frågor om miljö, hälsa och samlevnad”. Disse to målpinde (af en lang række) fra den svenske kursusplan viser formuleringer der både er omfattende og præcise, ligesom de harmonerer godt med PISA-undersøgelser.

Trods god overensstemmelse med PISA er det tvivlsomt om målformuleringerne alene kan forklare den svenske placering i PISA. Som i Danmark skal vi nok ikke lede efter enkle forklaringer, men måske ville det være nyttigt at se nærmere på hvordan man prioriterer og sammentænker det naturvidenskabelige indhold i svensk skole.

Det sidste nedslag handler om Tyskland, der i PISA placerede sig under OECD-gennemsnittet ligesom Danmark. Vi skal ikke her komme nærmere ind på hvad der karakteriserer undervisning og læseplaner i de 16 forskellige undervisningssystemer. Det centrale her er at man i Tyskland, som i Danmark, søger forklaringer på den dårlige placering. En af forklaringerne går på at de universitetsuddannede lærere er højt fagligt kvalificerede, men mangler pædagogiske forudsætninger for en tidssvarende undervisning af de unge (Rebel, 2002). Dette nævnes her fordi det i den danske debat har været fremhævet at de finske elever klarer sig godt i PISA fordi deres lærere er universitetsuddannede. Noget tyder på at det ikke er et spørgsmål om universitetsuddannelse eller ej, men om uddannelsens indhold og om praksis og prioriteringer i skole og undervisning. Rebel peger også på at der kan være andre forklaringer. Blandt andet rejser han spørgsmål som: Hvor meget værdsættes naturvidenskab i skolen af offentligheden, af forældre og af politikere? Hvilken status har de naturvidenskabelige fag i skolen? (Rebel, 2002).

7 Referencer

Allerup, P., Bredo, O. m. fl. (1998). *Matematik og naturvidenskab i ungdomsuddannelserne - en international undersøgelse*. København: DPI.

Andersen, A. M., Dragsted, S. m. fl. (1997). *Natur/teknik på vej - hvorhen?* 2. rapport fra Lærerhøjskolens Undersøgelse af Natur/teknik. Udført for Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen. København: Danmarks Lærerhøjskole.

Andersen, A. M., Egelund, N. m. fl. (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: AFK, DPU og SFI-Survey.

Brock, T. & Egelund, N. (2001). *Elevers interesse for naturfag og teknik - et elevperspektiv på undervisningen*. København: DPU.

EVA (2002): *Folkeskolens afgangsprøver. Prøvernes betydning og sammenhæng med undervisningen*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Gräber, W. & Bolte, C. (Eds.) (1997). *Scientific Literacy: An International Symposium*. Kiel: IPN.

Lie, S., Kjærnsli, M. & Brekke, G. (1997). *Hva i all verden skjer i realfagene? Internasjonalt lys på trettenåringers kunnskaper, holdninger og undervisning i norsk skole*. Oslo: Institutt for Lærerutdanning og Skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

Lie, S., Kjærnsli, M. m. fl. (2001). *Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetense i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv* (OECD-PISA). Oslo: Institutt for Lærerutdanning og Skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills. A new Framework for Assessment*. Organisation for Economic Co-Operation and Development.

OECD (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Organisation for Economic Co-Operation and Development.

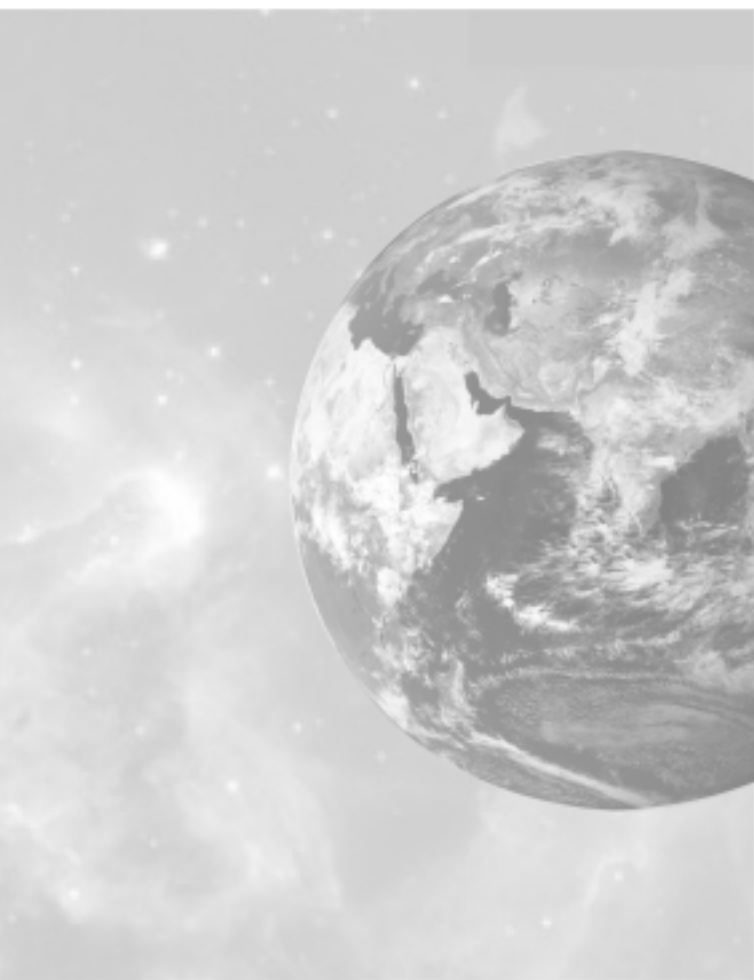
OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life. First results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000*. Organisation for Economic Co-Operation and Development.

Rebel, K. (2002). *PISA Gives Shocking Marks to the 16 German Educational Systems - Implications for their Schools and Teacher Education*. Paper presented at ISTE 2002, Helsingør.

Undervisningsministeriet (1994). *Formål og centrale kundskabs- og færdighedsområder. Folkeskolens fag*. Folkeskoleafdelingen.

Undervisningsministeriet (2002). *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om formålet med undervisningen i folkeskolens fag og obligatoriske emner med angivelse af centrale kundskabs- og færdighedsområder*, BEK nr. 209 af 16.april 2002. København: Undervisningsministeriet.

Weng, P. (1996). *Matematik og naturvidenskab i folkeskolen - en international undersøgelse*. København: DPI.



Rids af enhedslæreruddannelsens, fagkredsens og almindannelsesbegrebets historie

Af Ellen Nørgaard

1 Indledning

Denne artikel skal bidrage til indsigt i naturfagenes nuværende situation i den danske skole. Naturfagene beskæftiger sig med den natur der omgiver os. Svenskeren Ulf P. Lundgren skriver i sin bog "Att organisera omvärlden", Sthlm. 1983, at en forudsætning for at en civilisation kan bestå og også forandres, er at hver generation opdrages og uddannes. Hvert barn må lære selvkontrol, normer og regler, og hvert barn må lære betegnelser for omverdenen og dermed også for naturen, samt lære at håndtere denne. Menneskene har imidlertid organiseret, betegnet og håndteret naturen på forskellig måde til forskellig tid. Den periode som denne artikel dækker, omfatter hurtigt sagt ca. 200 år. I denne periode har opfattelserne af hvorledes naturen har været organiseret, af hvilke betegnelser den havde, og af hvorledes den skulle håndteres, ændret sig grundlæggende. I det følgende vil jeg skitsere nogle af de ændringer der har fundet sted i opfattelserne af hvad lærerne har skullet kunne om naturen og i opfattelserne af hvad børnene skulle lære om naturen, og også skitsere begrundelser for hvorfor disse opfattelser har ændret sig. Hvorledes undervisningen er foregået, og hvad børnene egentlig har lært, er det imidlertid svært at sige noget om. Stoffet vil i det følgende blive organiseret i tre dele, først et rids af enhedslæreruddannelsens udvikling inden for grundskoleområdet, derefter et af fagkredsens udvikling inden for det samme område og så endelig et rids af udviklingen af begrebet almindelse i dansk skolesammenhæng, der også omfatter et rids af gymnasiets udvikling. Artiklen afsluttes med nogle konkluderende bemærkninger. I de citater der er inddraget med gammel retskrivning, er dobbelt aa og store bogstaver ikke bibeholdt. Endelig skal det oplyses at artiklen er udarbej-

det inden Harry Haue udsendte sin store undersøgelse af almindannelsesbegrebets udvikling, og undersøgelsens resultater indgår derfor ikke i artiklen.

2 Enhedslæreruddannelsens udvikling

Den danske læreruddannelse til det vi nu betegner som grundskolen, var i sit udgangspunkt en enhedslæreruddannelse, en uddannelse af lærere til de mange almueskoler der fra begyndelsen af 1800-tallet blev spredt over Danmark, og hvor ca. 80% af de danske børn gik. Det første lærerseminarium blev oprettet i 1791, og den første seminarielov blev udsendt i 1818. Der var tale om uddannelse af lærere der skulle forestå undervisningen i en skole med både små og store børn i den undervisningspligtige alder, undervisningspligten var dengang var syv år. Børnene skulle lære at regne, skrive og læse, lære den kristne børnelærdom samt bibringes kundskaber der kunne "tjene til fordømmes udryddelse" og være dem til nytte "i deres daglige håndtering". Der var nok fag, ingen egentlig fagdeling. Læreren var en mand og en mand af almuen, hensigten var at han skulle forblive "en bonde blandt bønder", indgangsniveauet til læreruddannelsen var en optagelsesprøve i elementære regne-, skrive- og læsefærdigheder, attester for skoleflid og god moralsk opførsel, lønnen var lav og varierede fra embede til embede - læreren skulle i levemåde og klædedragt vænnes til tarvelighed, og det faglige niveau blev - efter vore normer - relativt elementært.

Befolkningstallet og dermed også børnetallet steg kraftig i løbet af 1800-tallet, vandringerne fra land til by tiltog, den danske erhvervsstruktur ændrede sig, og pengeøkonomien blev indført. Økonomisk vækst prægede overordnet set det danske samfund. Disse grundlæggende samfundsændringer fik konsekvenser for skolen. I mange landdistrikter blev børnene flere, skolerne større, klassedeling blev i nogle skoler indført, og lærernes ansættelsesforhold differentieredes: vi møder nu både en 1. lærer, en 2. lærer og også en 3. lærer i de tættest befolke-

de områder. Samtidig skulle lærerne i de tyndt befolkede områder i mange tilfælde betjene to skoler. Hverandendagsskolegang var det almindelige.

Samtidig voksede byerne, erhvervsstrukturen blev mere differentieret, og dermed voksede også kravene til skolernes undervisning, og såkaldte borgerskoler der gav en egentlig fagdelt undervisning, blev etableret. Her opstod en ny lærertype, købstadslæreren, og det er i denne sammenhæng at klasselærerfunktionen med sine særlige både faglige og socialpædagogiske opgaver udskilles som en særlig lærerkompetence fra 1870'erne. Endelig søgte kvinderne til faget, de fik deres egen læreruddannelse fra 1859, og fra 1867 kunne kvinder ansættes i den offentlige skole. Kvinderne søgte primært ansættelse på købstadsskolen. Kvinderne blev i mange år uddannet på særlige seminarier, enten private som Th. Langs Seminarium i Silkeborg og Nathalie Zahles Seminarium i København eller på forskoleseminarier. De sidstnævnte blev oprettet både på privat og offentligt initiativ. Lærere og lærerinder organiserede sig i Danmarks Lærerforening (DLF) der blev dannet i 1874. Inden for denne var der frem til 1960'erne to fraktioner, købstadslærerne og landsbylærerne, samtidig udgjorde de kvindelige lærere i perioder en særlig fraktion, fx i forbindelse med lønforhandlinger, hvor kvinderne krævede lige løn for lige arbejde, hvad de i stor udstrækning fik med en lønningslov i 1919.

Der var i 1800-tallet ingen direkte forbindelse mellem almueskolen/grundskolen og gymnasiet, eller for at sige det på en anden måde, lærerne underviste på land og i by først og fremmest børn som man forventede ville forblive i de samme erhverv som deres forældre. Uddannelsessystemet matchede en relativt statisk erhvervsstruktur. Kritikken af denne ordning var massiv både fra pædagogisk og politisk side, og efter systemskiftet i 1901 blev alment skoleloven vedtaget i 1903. Dermed blev der ved alle købstadsordnede skoler, dvs. også skoler der lå i en stationsby, og som havde eksamensklasser, og ved gymnasierne etableret en mellemskole der fungerede som en forskole til gymnasiet, tit også med en realklasse der førte til realeksa-

men. Realeksamen gav dengang bl.a. adgang til de stadig voksende etater. De seminarieuddannede lærere underviste i mellemkoleklasserne ved skolerne i byerne og stationsbyerne, nogle universitetsuddannede gjorde det også, medens langt de fleste lærere i gymnasiets mellemkoleklasser var universitetsuddannede. I mellemskolen mødtes således lærere med forskellig faglig baggrund. Timer i mellemskolen var desuden for de seminarieuddannede bedre betalt end timer i folkeskolen. Med almenskoleloven af 1903 blev der således dannet direkte forbindelse mellem grundskolen og eksamensskolerne ved de såkaldt købstadsordnede skoler. Købstædernes børn blev selekteret til eksamensskolen på grundlag af deres faglige standpunkter. Landsbyskolens elever havde ingen umiddelbar adgang til eksamensskolens klasser og dermed videregående uddannelse hvis de da ikke søgte til stationsbyernes realskoler eller såkaldte præliminærkurser.

Nogenlunde samtidig med almenskolelovens vedtagelse - i 1899 - blev en ny skolelov vedtaget. Betegnelsen folkeskolen blev fastlagt, og ministeriet udsendte vejledende læseplaner til købstadsskoler og landsbyskoler med angivelser af et fast timetal for hvert af skolens fag. Skolens fagdelte undervisning blev derved påbudt og skolens kundskabsniveau, hurtigt sagt, hævet på land og i by. Seminarieloven blev ændret i 1894 og 1930, med den første blev optagelsesniveauet hævet og uddannelsen gjort tre-årig, med den anden blev de pædagogisk-psykologiske fag styrket og uddannelsen gjort fire-årig. Seminarieuddannelsens indhold imødekom dog ikke direkte at de seminarieuddannedes arbejdsopgaver var forskellige på land og i by.

Besættelsestiden fra 1940 til 1945 betød på mange måder et erkendelsesskred der fik betydning for både det økonomiske, det politiske og det sociale samfundsområde. I både politiske og pædagogiske kredse blev forståelsen styrket af:

- at der var en sammenhæng mellem et lands uddannelsesniveau og dets økonomiske vækst,
- at landets intelligensreserve derfor måtte mobiliseres,

- at det danske samfund var ved at blive et industrisamfund,
- at landbosamfundet var under opbrud, og
- at det var uretfærdigt at landsbybørn ingen direkte adgang havde til eksamensskolen.

Dette erkendelsesskred fik på forskellig vis afgørende indflydelse på planlægningen af uddannelsessektorens udvikling. Et af de problemer der måtte løses, var at presset på mellemskolen var stadig tiltagende. Skolen var planlagt som en eliteskole for byernes bogligt begavede elever, og man havde regnet med at fra 15-20% af en årgang skulle optages. Det viste sig imidlertid efter en del år at fra 40-60% af købstædernes og stationsbyernes børn søgte disse klasser. Mellemskoleprøven, der som regel lå efter 5. klasse, prægede desuden undervisningen i de forudgående klasser af folkeskolen i akademisk retning. En centralisering af landsbyskolen og dermed hævelse af undervisningsniveau var planlagt med en skolelov vedtaget i 1937. Denne var imidlertid ikke realiseret pga. besættelsen. I 1949 var der stadig 3000 landsbyskoler - i dag er det samlede antal af grundskoler i land og by under 2000 - og af disse var 1183 stadig to-klassede og med hverandendagsundervisning.

1950'erne bød på en livlig og engageret skoledebat. I nogle byer blev skoleforsøg iværksat med udelte 6.-7. klasser; de viste at mellemskoleprøven ikke altid gav en retfærdig og hensigtsmæssig sortering af eleverne til eksamensskolen. Samtidig pågik forhandlinger om en ny ordning af gymnasiet og realskolen, og både realskolens og gymnasiets repræsentanter var interesserede i at en sådan optagelsesprøve til disse skoleformer blev opretholdt, at et så solidt akademisk grundlag for deres undervisning som muligt blev sikret. På denne baggrund, efter megen politisk tovtækkeri ikke mindst mellem DLF, hvor en fraktion - købstadslærerne - ønskede at bevare mellemskolen og dermed den delte skole og at gøre denne landsdækkende, og en anden fraktion - landsbylærerne - ønskede at bevare den udelte folkeskole de arbejdede i, og en radikal og grundtvigsk orienteret undervisningsminister, Jørgen Jørgensen (1888-1974) der nok satte lighed og rummelighed højere end en hævelse og diffe-

rentiering af kundskabsniveauet, blev 1958-loven for grundskoleområde vedtaget. Eksamensskolen blev samtidig organiseret i en tre-årig realafdeling og et tre-årigt gymnasium. Mellem skolen blev afskaffet - også ved gymnasierne - og en såkaldt mild deling af børn efter standpunkt ved 11-12 års alderen blev opretholdt, men efter nogle år ikke anvendt, og et frivilligt 8. og 9. skoleår tilbudt til dem som ikke søgte realklasserne. Endelig blev både folkeskolens indhold og struktur ensartet på land og i by.

Henning Bregnsbo, der har skrevet om forhandlingerne der førte til 58-loven, hævder at i et større samfundsmæssigt perspektiv var dette en kamp mellem akademisk konservatisme og folkelighed. Den sidste sejrede dengang - som så ofte før (s. 217). Henning Bregnsbos bemærkning fremstår som umiddelbart rigtig. Han åbner imidlertid ikke for en diskussion af spørgsmålet om hvad forholdet mellem en moderniseret akademisk faglighed og moderniseret folkelighed i denne sammenhæng repræsenterer. Spørgsmålet om hvad en moderne faglighed måtte kunne være efter år 2000, vil blive berørt i det følgende.

I løbet af 60'erne blev et stort antal af de små skoler i landdistrikterne nedlagt, en centralisering fandt sted, klassedeling, større fagdeling af undervisningen og skolegang hver dag blev indført. Samtidig gjorde det store flertal af skolens elever brug af tilbuddet om et 8. og 9. skoleår. Undervisningspligten blev i 1972 formelt udvidet til 9 år med et tilbud om et 10. og realeksamen afskaffet.

Folkeskoleloven og gymnasiereformen fra 1958 og de efterfølgende begivenheder fik stor betydning for de seminarieuddannede læreres arbejdsområde og faglighed. Det betød i første omgang en vækst i lærernes arbejdsopgaver pga. det løft landsbyskolen fik, og fordi først og fremmest byernes børn gjorde brug af folkeskolen nye 8. og 9 klasser. Senere med udvidelsen af undervisningspligten og nedlæggelsen af realskolen i 70'erne blev opgaverne yderligere udvidet. I 1960 var der 25.600 lære-

re ansat i folkeskolen, og 20 år senere var tallet ca. 60.000. Den seminarieuddannede lærer har siden 1970'erne fulgt det danske barn fra det 7. til det 16. år og afleveret det til henholdsvis gymnasiet, erhvervsuddannelserne eller restgruppen. Det er nu den seminarieuddannede lærer der indstiller eleven til gymnasiet, og derved vurderer om eleven kan magte den skoleforms faglighed, en faglighed som den seminarieuddannede lærer ikke repræsenterer.

Disse strukturelle ændringer har betydet en udvidelse af folkeskolen, en vækst i folkeskolelærerens arbejdsopgaver og dermed også en faglig udfordring for denne gruppe. Siden 1950'erne er der desuden foregået en videnskabeliggørelse af undervisning og uddannelse i hele den vestlige verden der har haft afgørende betydning for folkeskolelærerens faglighed. Videnskabsfag som uddannelsessociologi, pædagogisk psykologi og pædagogik er blevet styrket og udviklet ved universiteterne. Desuden er fag som almenpædagogik, fagdidaktik og skoleudvikling blevet selvstændige fagområder og forskningsfelter og dermed også faglige områder som på forskellig vis indgår i læreruddannelsen. Disse faglige udfordringer har de forskellige seminarielove forsøgt at imødekomme. Seminarieloven i 1954 havde indført et linjefag, altså en specialisering inden for enhedslæreruddannelsen, med seminarieloven i 1966 blev der indført to, og optagelseskravene til seminarierne blev skærpet - hf blev etableret i 1966. De pædagogiske og psykologiske fag i læreruddannelsen blev også styrket, og faget undervisningslære indført. Der blev således lagt op til en akademisering af læreruddannelsen. Endelig blev lærernes efter- og videreuddannelsesmuligheder udbygget ved Danmarks Lærerhøjskole og dens afdelinger i provinsen. Seminariernes lærere blev i stort omfang rekrutteret fra Lærerhøjskolens cand.pæd.-uddannelser i fagdidaktik, almenpædagogik og pædagogisk psykologi.

Lærerseminarierne havde i 60'erne og første halvdel af 70'erne stor tilgang og en ny generation af lærere er dermed blevet introduceret til de nye og ændrede seminariefags indhold. Og det ændringerne af indholdet i disse fag først og fremmest

betød, var en bevidstgørelse af undervisningsprocessen. Dens forskellige faser og niveauer fik navn, og læreren kunne nu selv og på en anden måde end tidligere planlægge, organisere, gennemføre og evaluere sine undervisningsforløb. Læreren kunne nu i langt højere grad bevidst styre sin arbejdsproces, en ny lærerprofessionalitet var blevet udviklet. Desuden er der siden 1970 foregået en udvikling af læringsmiljøet i folkeskolen der har haft betydning for lærerens faglighed. Traditionelt set var læreren ekspert inden for sit fagområde, og fagene havde hver især karakter af selvtilstrækkelige enheder. Samarbejde mellem lærerne om faglige spørgsmål var den gang ikke nødvendigt. Lærerne kunne simpelthen fungere som udskiftelige komponenter.

Kravene om nye ledelsesformer, om mål og rammestyring, om skoleudvikling af institutionen folkeskolen, om en opfattelse af læring som elevens egen aktive og konstruktive arbejdsproces der iværksættes gennem tværfaglig projektor organiseret undervisning, og sidst, men ikke mindst skoleloven fra 1993 med dens krav om en ny faglighed, har tilsammen givet plads til en nyorientering af fagenes indhold i skolen. Der er stadig faglige enheder, og en høj grad af faglig ekspertise er stadig en forudsætning for at læreren kan gå ind i og varetage et undervisningsforløb. Men fagene er nu ikke bare enheder, de er også redskaber der leverer kundskaber og arbejdsmetoder til en moderne undervisning der bygger på problemformulering, undersøgelse og problemløsning. Der er tale om en undervisning der tager sit udgangspunkt i elevens intellektuelle og sociale forudsætninger, og som tilstræber at skabe sammenhæng eller helhed mellem de intellektuelle, emotionelle og handle-mæssige sider af den enkelte elevs personlighed. I denne form for lærerarbejde bliver lærernes indbyrdes relationer vigtige. Lærerne har brug for hinandens fag til at give eleverne alsidig indsigt i den komplicerede verden eleverne er en del af. Lærerne får dermed brug for hinandens faglige og personlige ressourcer og kvalifikationer, erfaringer og forståelse vedrørende hver elev og hver elevgruppe. I denne situation bliver læreren ikke længere en udskiftelig komponent i det faglige miljø, men en per-

son der er forankret i det enkelte skolemiljø både fagligt, socialt og kulturelt. Dette læringsmiljø har som grundlag undervisningsplanlægning og lærersamarbejde.

Den ændring af skolens faglighed som således har fundet sted, er af mange blevet opfattet som et fald i skolens faglige niveau; og den stærkt forøgede tilgang til de private skoler fra 1975 og fremefter kan nok delvis forklares hermed. Internationale undersøgelser der i de senere år er foretaget af skolens faglige niveau som f. eks. dem der indgår i det store PISA-projekt, bekræfter at det faglige niveau på nogle områder gennemgående er lavere i Danmark end i de lande vi ønsker at sammenligne os med. Det hurtige svar på denne kritik har tit været at vi bør tilbage til en traditionel og mere statisk faglighed, ja, en kundskabsskole, og derfor må specialiseringen i læreruddannelsen styrkes. Et andet hurtigt svar er at den ny faglighed endnu ikke har fundet sin form, den hensigtsmæssige balance mellem fag og pædagogik er stadig under udvikling. Et tredje hurtigt svar er at spørgsmålet om hvad faglighed er og bør være i en globaliseret og senmoderne verden, ikke er sådan at afgøre eller måle. Det er et spørgsmål som må afklares af politikerne.

Flere justeringer af både efteruddannelsen og seminarielovene er fulgt siden 1970'erne. Lovjusteringerne kan grupperes i to: de indholdsmæssigt og de ideologisk begrundede justeringer er ofte blevet til på initiativ af Venstre og Konservative. Ændringer af linjefagsordningen mhp. at give den lærerstuderende en fleksibel, men grundig uddannelse inden for enhedslæreruddannelsens rammer har ofte haft Det radikale venstre og Socialdemokratiet som initiativtagere. Argumentationen for at opretholde enhedslæreruddannelsen har i offentligheden først og fremmest været pædagogisk - derved kunne eleverne undgå de mange lærerskift som et system af faglærere ville medføre. Med de nye traditioner for undervisningsplanlægning og lærersamarbejde er det imidlertid et spørgsmål om dette argument kan holde. Ifølge bemærkningerne til 1966-loven skulle uddannelsen både imødekomme kravet om en helhedsuddannelse og dække behovet for specialisering. Ifølge bemærkningerne til

1997-loven, hvor man opererer med fire linjefag og tre fagområder, hedder det at hensigten er en koncentration om færre fag med deraf følgende mulighed for fordybelse. Både bag ønsket om specialisering og ønsket om fordybelse spøger imidlertid spørgsmålet om hvorvidt seminarieuddannelsen giver tilstrækkelig viden til både at forberede eleverne til gymnasiets undervisning, varetage de social-pædagogiske opgaver som klasselærerfunktionen kræver, yde en undervisning der er et hensigtsmæssigt grundlag for erhvervsuddannelserne, og yde den pædagogisk kvalificerede specialundervisning - der er stigende - samt begynderundervisning. Når denne diskussion ikke er taget mere principielt, skyldes det nok at der har været politisk vilje til at bevare enhedslæreruddannelsen - den opfattes som den danske, demokratiske model. Det er imidlertid et spørgsmål hvad det demokratiske i denne model er. Indtil 1960 blev tilgangen til læreruddannelsen betegnet som demokratisk, hvad etableringen af hf og kravet om denne eller studentereksamen som optagelsesniveau ændrede. Nu kan det demokratiske snarere opfattes som ensartethed i det faglige niveau - og spørgsmålet er så om det er en demokratisk kvalitet. Men enhedslæreruddannelsen har bidraget til at bevare DLF's monopol og magt, en position som blev begrænset med den meritlæreruddannelse der blev indført fra 2002.

Sammenfattende kan man sige at enhedslæreren var den selvfølgeligste og den naturlige lærerrolle i den danske grundskole dengang det danske skolesystem blev etableret for næsten 200 år siden. Lærerens uddannelsesniveau og arbejdsopgaver og det relativt lave almene uddannelsesniveau som skolen sigtede mod, stod i mange af de første år i et relativt harmonisk forhold til hinanden. Den voldsomme samfundsudvikling med økonomisk vækst, urbanisering og industrialisering fra sidste halvdel af 1800-tallet stillede imidlertid nye og mere differentierede faglige krav til både borgeren og arbejdstageren først og fremmest i byerne, men efterhånden også i landdistrikterne. Skolesystemet blev udbygget, og det almene uddannelsesniveau hævet på land og i by navnlig fra 1960 og fremefter. Umiddelbart kunne man have forventet at dette ville have ført til en

øget differentiering af lærernes uddannelse. Det skete imidlertid ikke, den danske folkeskolelærer fik fra 1960 og fremefter udvidede arbejdsopgaver og en mere akademiseret uddannelse. Folkeskole- og gymnasierreformerne medførte snarere en tilsyneladende standardisering af grundskolelærerens opgaver inden for et langt mere differentieret arbejdsområde og på et langt højere fagligt niveau end tidligere; enhedslæreren består. Og denne ordning blev opretholdt, også efterhånden som uddannelse og undervisning blev videnskabeliggjort i sidste fjerdedel af 1900-tallet. Spørgsmålet er i hvilken grad ordningen først og fremmest skyldes kvalificeret uddannelsesplanlægning, partipolitiske aftaler eller stærk fagforeningspolitik. Der synes at have været om ikke en alliance så i alle fald en forståelse mellem fagforeningen DLF og Det radikale Venstre. De er mødtes i en fælles afstandtagen fra en akademisk faglighed og dermed eksamensskolen og i en enighed om en lighedsideologi der også kunne forenes med grundtvigianismen.

3 Udviklingen i grundskolens fagkreds

Grundskolen skulle i henhold til loven fra 1814 danne børnene til "gode og retskafne mennesker i overensstemmelse med den evangelisk-kristelige lære, samt bibringe dem de kundskaber og færdigheder, der ere dem nødvendige for at blive nyttige borgere i staten". Der skulle undervises i regning, læsning og skrivning, desuden skulle læreren vejlede børnene i ordentlig sang og, hvor han var i stand til det, undervise i gymnastik. Der var ikke tale om en egentlig fagdeling med fastsat timetal til hvert fag, men læsebogen skulle give et kort begreb om fædrelandets historie og geografi. Derfor blev de første læsebøger alt-i-et bøger. Det centrale eksempel her er Peder Hjort: "Den danske børneven". Den var udarbejdet efter tysk forlæg, kom på Gyldendal i 1839, blev udsendt i 10 udgaver, og den sidste kom i 1879. Den blev indledt med ordene: "Jeg hører til børnene. Børn vide endnu kun lidt og forstå ikke mange ting; derfor må de undervises og lære. Derved bliver de forstandige". Indledningens overskrift var: "Korte sætninger til at

vække opmærksomhed og eftertanke”. Bogen var delt i fire dele og var på over 700 sider. Indholdet var organiseret i temaer som: alvorlige fortællinger, lystige fortællinger, om verden, om jordkloden og dens overflade, jordens produkter, dyreriget, mineralriget, mennesket, elementer og naturbegivenheder, fortællinger fra verdenshistorien, den naturlige eftertanke og den guddommelige åbenbaring. Umiddelbart fremstår indholdet for os som en rodebutik, men logikken var at kundskaberne var ordnet fra det konkrete til det abstrakte og fra det nære til det fjerne. Og begrundelsen for at denne store mængde af fakta skulle læres, var også angivet: Oplysningerne skulle læres ene og alene for sjælens skyld “for at berige den med kundskaber, for at uddanne og forædle alle dens evner”. Det var menneskets værdigste beskæftigelse at glæde sig ved sjælen for derved “beskæftiger han sig på en gang med Gud, med sine pligter og med sin bestemmelse”.

Fokus for denne artikel er de naturvidenskabelige fags plads i skolesammenhæng, og dermed bliver en indkredsning af hvad disse fag omfatter, nødvendig. Ifølge Den store danske encyklopædi er naturvidenskab den forskning som beskæftiger sig med naturens generaliserbare fænomener og lovmæssigheder, herunder fx mennesket som biologisk væsen. Genstandsområdet er den virkelige natur som kan måles og undersøges empirisk. De klassiske fag er astronomi, fysik, kemi, biologi og geologi. Geografi er ikke nævnt og bliver derfor kun delvis berørt i det følgende. I “Den danske børneven” fastslås det at jordkloden og dens natur bare er en lille del af den verden Gud har skabt, at dyreriget opdeles i bendyrene og de benløse dyr som igen underopdeles. De benløse fx i de leddede og de slimede dyr, mennesket har flere fortrin end dyrene, bl.a. går det oprejst, og efter kapitlerne om elementer og naturbegivenheder og tidsregningen og almanakken følger lovsange hvor den ene afsluttes med følgende:

*dig love himmel, jord,
luft, ild og vand tilsammen;
al verden sige: Amen,
vor Gud, vor Gud er stor.*

“Den danske børneven” formidlede sammen med de mange fakta også et billede af en Gudeskabt, hensigtsmæssig, velorganiseret og statisk natur. Læreren blev ved hjælp af bogen i stand til både at formidle betegnelser på de synlige elementer som denne natur bestod af, og at forklare hvorledes denne natur fungerede. Viden om denne natur skulle blive børnene til nytte i deres fremtidige, daglige “håndtering”. Og det iagttagede skulle bearbejdes - for det var eftertanken der lærte barnet hvad der var sandt, “skjönt vi hverken se eller høre det, hverken føle eller smage det”. Barnet skulle således opfordres til selv at reflektere over alle de kundskaber, det blev præsenteret for, og til selv at danne sig et billede af naturens sammenhænge - inden for den religiøse ramme som var angivet.

Alt-i-et bogen ser ud til at have domineret undervisningen i landdistrikternes undervisning frem til århundredskiftet 1899-1900. Fra 1894 fik de lærere som underviste efter denne bog, som nævnt en ny uddannelse, og heri indgik bl.a. fagene naturlære, naturhistorie og geografi. Naturlæren omfattede den døde natur og teknikken og omfattede således hvad vi nu forstår ved fysik og uorganisk kemi, og naturhistorie beskrev den levende natur og omfattede zoologi og botanik (H.C. Helt, s. 146). I den efterfølgende seminarielov fra 1930 blev indholdet i disse fag specificeret, naturhistorie skulle også omfatte sundhedslære og naturlære kemi.

I 1899 blev en skolelov, som omtalt ovenfor, vedtaget hvori det blev angivet hvilke fag der for fremtiden skulle undervises i folkeskolen. Det var religion, dansk, regning, historie, anskuellesundervisning, geografi og naturkundskab samt gymnastik, tegning, sløjd, kvindeligt husgerning og kvindeligt håndgerning. Naturkundskab indeholdt både naturhistorie og naturlære. Ministeriet udsendte efterfølgende retningslinjer for hvorledes undervisningen skulle organiseres og gennemføres. Dette er blevet betegnet som Det Styhrske cirkulære efter den minister der var ansvarlig for dets formulering, og cirkulæret kan betragtes som den første egentlige undervisningsvejledning for den danske folkeskole. Vejledningen indeholdt dels bemærk-

ninger, som det hed, om hvilke mål der burde nås på skolens forskellige trin i hvert fag. For enkelte fags vedkommende blev der også knyttet nogle bemærkninger om “den vej ad hvilken dette mål ville kunne nås og om det antal ugentlige timer som burde påregnes til de enkelte fag”. Indtil dette tidspunkt var det - uden for København - blevet overladt til den enkelte lærer at organisere stoffet og tilrettelægge omfanget af og indholdet i undervisningen. Men lige så vigtigt som det var at give plads til fri bevægelighed og personligt åndeligt liv, ligeså vigtigt var det på grund af folkeskolens “stigende udvikling og fremadskridende organisation at tage det skyldige hensyn til den fornødne enhed og orden inden for skolens virksomhed”. Religionsundervisningen var stadig central, den skulle være forkyndende, formålet var først og fremmest “i kristelig ånd at udvikle børnenes religiøse sans og at opdrage den religiøse følelse til en livsmagt, der giver det sædelige liv kraft”. Hovedsagen ved undervisningen i dette fag var derfor den personlige påvirkning som den lærer der selv levede sit liv på kristentroens grund, kunne øve på barnets hjerte- og viljesliv. I regning skulle der tages sigte på at børnenes forstand blev udviklet, og at de vænnede sig til energi og udeholdenhed i deres tænkning, samtidig med at de opnåede den i det praktiske liv så værdisfulde regnefærdighed. Regning - og matematik - har siden beholdt en central plads på skolens skema.

Ovenfor er den definition af hvilke de naturvidenskabelige fag som Den store danske encyklopædi indeholder, citeret. Fastholdes denne, er de fag der bliver af interesse i det Styhrske cirkulære, anskuelsesundervisning og naturkundskab. Om anskuelsesundervisningen hed det at læreren ved samtaler som støttede sig til virkelige genstande, senere også til tegning på tavlen eller til vægbilleder, skulle opdrage børnenes sansning og forestillingsliv, ligesom de skulle øve sig i at udtale sig om hvad de havde iagttaget. Derved blev barnet forberedt på den egentlige fagundervisning. Indholdet i anskuelsesundervisningen var ordnet i en progression med udgangspunkt i hus og hjem, over mark og skov, by og land og til andre lande, fra foråret over sommeren osv. Naturkundskab, der ikke var et

lovbefalet fag, blev anbefalet hvor det på nogen måde var muligt, fordi det tilfredsstillende barnets trang til at "se ret på og at høre noget om den brogede natur, som barnet levede i", og som havde betydning for barnets udvikling fordi det både uddannede iagttagelsesevnen, skærpede dømmekraften og indpodede en bevidst forståelse af sammenhængen mellem årsag og virkning. Dette var vigtigt, for, som det hed, hele det praktiske erhvervsliv var anvendt naturvidenskab og således værdifuldt for livsophold og livsudvikling. Men skulle naturfagsundervisningen bringe denne frugt, måtte man ikke nøjes med at lade børnene lære en lille skematisk og systematisk lærebog udenad. Nej, undervisningen måtte gøres anskuelig, og børnene måtte opøves i selv at se, selv undersøge og selv sammenligne. Undervisningen måtte støtte sig på anskuelige undervisningsmidler som virkelige dyr og planter, naturhistoriske billeder, tegning på skoletavlen, og for naturlærens vedkommende til erfaring og forsøg. Indholdet i naturkundskabsundervisningen skulle være højere og lavere dyr, planternes levnedsløb, det menneskelige legemes bygning og "livsvirksomheder" samt udvalg af naturlæren til forklaring af almindelige redskaber og dagligdags naturbegivenheder.

Retningslinjerne for undervisningen i både anskuelsesundervisning og naturkundskab er i denne sammenhæng af interesse af flere grunde. I begge fag lægges der op til en mere aktiverende for ikke at sige børnecentreret undervisning end den i samtiden fremherskende. Desuden fik undervisning i naturen og dermed kundskab om naturen nu en helt anden begrundelse end tidligere. Den skulle ikke bare være til nytte, den skulle også stimulere børnenes intellektuelle udvikling. Og så var naturen ikke først og fremmest vigtig som eksempel på Guds enestående skaberværk og på at en guddommelig orden herskede, men vigtig fordi viden om naturen dannede grundlaget for det praktiske erhvervsliv. Her er således både et mere udviklingsorienteret barnesyn og en større grad af sekularisering af skolens kundskaber på vej. Naturkundskab var på vej til at blive af betydning i sig selv. Religionen blev samtidig i større grad skilt ud som et personligt og også etisk anliggende. Det er nok nød-

vendigt at tilføje at intentionerne i dette cirkulære næppe blev realiseret. En undervisning der også omfattede forsøg inden for kemi, fysik og naturhistorie kunne kun lade sig gennemføre i større klassesdelte skoler med faglokaler, hvad kun nogle af de såkaldt købstadsordnede skoler havde. I fysikundervisningen opererede man helt frem til 60'erne på den ene side med betegnelsen "kridtfysik", på den anden med "sløjdfysik" (H.C. Helt, s. 155). Men kravet om anskuelsesundervisning fik en mere frugtbar konsekvens idet undervisningslokalerne både på land og i by blev fyldt med anskuelsesbilleder af både dyr og blomster samt billeder fra historien, bibelhistorien og fra fjerne lande.

Den næste større nyskabelse inden for naturfagsundervisningen var de måder hvorpå naturfag på forskellig vis indgik i undervisningen i den eksamensfri eller praktiske mellemsskole. Denne skoleform blev dannet med skoleloven i 1937 som en parallel til eksamensmellemsskolen både for at lette trykket på denne skoleform (se det foregående) og for at forberede eleverne bedre til det praktiske liv - den skulle "bygge bro til det praktiske livs skoler". I skoleformen skulle der tilstræbes en friere form for kundskabstilegnelse sammen med en systematisk og målbevidst indøvelse af færdigheder i læsning, skrivning og regning samt tegning. Et lille, klart afgrænset kundskabsstof skulle fastlægges, og så skulle den friere kundskabstilegnelse bygge videre på dette.

Stoffet skulle grupperes om naturlige centre, derved ville man i stedet for fag få emner. Emnevalget måtte foregå med udgangspunkt i børnenes naturlige interesser der ville være forskellige og afhængige af alder og køn og af om der var tale om børn fra storbyen, den mindre købstad eller landsbyen. Emnerne skulle samtidig være organiseret i en kulturfags- og en naturfagsgruppe, både geografi, naturfag og naturhistorie kunne danne det faglige grundlag, og eksempler på emner var Danmarks tilblivelse med bl.a. et besøg i en grusgrav, de danske skove med diktatstil, om danske skovtræer med bogopgave

om de danske træsorters anvendelse og det danske vejr med statistik over vejriagttagelse og bogopgave om det danske klima. Endelig skulle lejrskoler, dagudflugter, manuelle fag og dermed også skolehave indgå i undervisningen. Undervisningen skulle således både imødekomme et nyttehensyn og give børnene kærlighed til naturen og sans for dens skønhed og mangfoldighed.

Den eksamensfri eller praktiske mellemskole blev ikke nogen succes, eleverne søgte til eksamensmellemskolen, og begge mellemskoleformer blev som nævnt afskaffet med skoleloven af 1958. Men skoleformen er interessant i denne forbindelse fordi den åbnede for en diskussion af et af de grundlæggende temaer inden for undervisning og uddannelse, spørgsmålet om fagene skulle og skal organiseres i nye og større helheder. Med forslaget om emneundervisning blev den gamle måde at tænke fag på simpelthen sprængt. Der blev åbnet for at organisere kundskabsstoffet i tværfaglige temaer. Men der var samtidig ikke tale om en tværfaglighed der tog sit udgangspunkt i elevernes interesser, både emnerne og det stof, emnerne indeholdt, var fastlagt ret detaljeret i undervisningsvejledningerne. Den "fri mellem"s tværfaglighed var således ikke kombineret med vore dages projektor organiserede undervisning der skal have udgangspunkt i børnenes interesse.

Med 1958-loven blev naturhistorie erstattet med biologi, og det har siden dengang ligget fast at naturfagsundervisningen i folkeskolen og på seminarierne ligger inden for fagene fysik, kemi og biologi, men med forskellige betegnelser - for seminarernes vedkommende fastlagt med loven i 1966. De ændringer der har fundet sted i de seneste ca. 40 år, har mere handlet om hvad fagene skulle indeholde, hvorledes stoffet skulle organiseres, forholdet til den øvrige fagkreds og tværfagligheden og om på hvilke klassetrin der skulle undervises i hvad. Spørgsmålet om tværfaglighed blev ivrigt diskuteret i 1960'erne i forbindelse med den orienteringsundervisning som dengang blev iværksat, og som også blev populær i skolen. Et centralt tema

der lå i forlængelse af denne debat, har været spørgsmålet om, hvorvidt videnskabsfagenes måde at organisere verden og dermed også naturen på, var den mest hensigtsmæssige organisering og selektering af de kundskaber som skulle præsenteres og læres på grundskoleniveau. I dansk sammenhæng blev fx fysik- og geografilæseplanerne der udarbejdedes i forbindelse med 1975-loven, meget influeret af den videnskabscentrerede læseplanstænkning, medens læseplanerne i biologi kun blev det i mindre omfang (Annemarie Møller Andersen og Søren Breiting, s. 135). Biologi indgik samtidig i gruppen af orienteringsfag og blev i 1975 obligatorisk fra 3.-7. klasse med mulighed for ikke-fagdelt undervisning med geografi og historie. Diskussionerne og også kritikken af den videnskabscentrede læseplanstænkning førte til at læseplanen i fysik-kemi fra sidst i 80'erne ikke længere var organiseret i en opremsning af faglige emner, men i fem centrale kundskabs- og færdighedsområder. Diskussionen og kritikken af en videnskabscentreret faglighed har også ført til forsøgsvirksomhed inden for begynderundervisningen og resulteret i indførelsen af natur og teknik fra 1.-6. klasse med folkeskoleloven af 1993 (H.C. Helt, s. 161-62). Biologiundervisningen blev placeret på 7.-8.klassetrin, og undervisningen her skal bl.a. i videst muligt omfang tage sit udgangspunkt i elevens egne oplevelser, søge at fremme glæde ved naturen og videreudvikle elevens ansvarlighed over for natur og miljø.

Et andet grundlæggende spørgsmål der har været til debat i forbindelse med undervisningen i naturfag, har været fagenes sekularisering og dermed først og fremmest indførelsen af udviklingslæren som forklaring på naturens tilblivelse og orden. I henhold til 37-loven skulle naturhistorien give indblik i de biologiske love, og i henhold til 58-loven, hvor naturhistorie som sagt var blevet til biologi, skulle undervisningen give forståelse af de biologiske love og samspillet i naturen. I 1976 præsenteredes udviklingslæren som det samlede ledemotiv for alle biologiske foreteelser. Samtidig har spørgsmålet om hvornår eleven var moden til at indføres i denne lære, været til debat - og også spørgsmålet om forholdet mellem denne for-

ståelse og en mere fundamentalistisk kristen opfattelse af menneske og natur, ifølge hvilken mennesket er en enestående frembringelse (Annemarie Møller Andersen og Søren Breiting, s. 141). I denne sammenhæng er det vigtigt at notere sig at kristendomsundervisningen med 1975-loven blev kundskabsmeddelende. Derved blev koblingen mellem en religiøs forståelse af naturens skabelse og sammenhænge og den kristne forkyndelse ikke længere selvfølgelig i undervisningssammenhæng og heller ikke et personligt anliggende for læreren.

Et tredje spørgsmål der har haft betydning for undervisningen i naturfagene på grundskoleområdet, er forholdet mellem undervisningen i natur og undervisningen i samfundsforhold. Miljøproblemerne er siden 1960'erne blevet mere alment erkendte - det blev i skolen i første omgang behandlet af miljøbevidste lærere i emneforløb og featureuger med forankring i forskellige fag. Med 1975-loven blev biologi defineret som et miljøfag, undervisningen skulle medvirke til at eleverne opnåede forståelse for menneskets vilkår og muligheder og dermed fik et grundlag for at tage stilling til lokale og globale miljøproblemer. Samtidig blev faget samtidsorientering introduceret, og samarbejde mellem biologilærere og lærerne i samtidsorientering blev ret udbredt. I læreruddannelsen blev natur og samfund indført i 1991. Biologi skal i folkeskolen nu både rumme miljøbevidstheden og fremme elevernes glæde ved og interesse for at beskæftige sig med naturen, se citatet ovenfor.

Sammenfattende kan man sige at alt-i-et bogen gav eleverne et lille indblik i naturfagene som en del af verden, naturen og tilværelsen ud fra den tids opfattelse af at naturen var gudeskabt og dens organisering guddommelig. Denne brede almene orientering gik på sæt og vis til og blev mere fragmenteret både med den fagdeling som blev indført med det Styhrske cirkulære, med det lave timetal som naturfagene blev tildelt, og pga. den stadig tiltagende sekularisering. Naturfagene skulle efterhånden først og fremmest give en orientering om den for barnet relativt uvedkommende fysiske omverden, ikke om naturens guddommelige organisering. 1900-tallets videnskabspllosion,

den nyorientering som foregik inden for fagene, og som læreruddannelsen kun delvist har kunnet imødekomme, synes at have accentueret denne udvikling. Den seneste skolelov og seminarielov har måske til en hvis grad afhjulpet den udvikling både fordi natur og teknik nu i større grad tager udgangspunkt i barnets egen erfaringsverden og introduceres så tidligt i skoleforløbet, og fordi naturfagenes timetal er forøget noget.

4 Almindannelsens indhold og gymnasiet

Det danske skolesystem har i de seneste 100 år været planlagt som et enhedsskolesystem med gymnasiet som det øverste trin af den pyramide systemet udgjorde og udgør. Gymnasiets formål og indhold har derfor haft en afsmittende virkning på pyramidens øvrige dele. Et kort rids af gymnasiets udvikling er derfor relevant i denne sammenhæng. Gymnasiet har sit udspring i latinskolerne som igen går tilbage til de katolske kirkeskoler; fra 1537 var kirkeskolerne protestantiske. Latinskolernes forhold blev reorganiseret med lovgivning i 1805 og 1809. I først halvdel af 1800-tallet var latinskolen først og fremmest en forskole for dem som skulle studere teologi, og i hele 1800-tallet forblev skolen en elitær drengeskole først og fremmest for dem der skulle på universitetet og siden blive embedsmænd. I 1844 blev der fx dimitteret 76 elever fra samtlige lærde skoler. Omkring 1900 tog ca. 1% af en årgang afgangseksamen fra disse skoler. Fra realskolerne og latinskolerne udgik tilsammen 5% af en årgang. En årgang var i 1900 på godt 70.000.

Latinskolernes undervisning blev reorganiseret i 1850, deres formål skulle være at meddele "en undervisning, der kunne føre til en sand og grundig almindelig dannelse, såvel med kundskab som med sjæleevners udvikling, på bedst mulig måde forberede til det akademiske studium af de videnskaber og fag, til hvilket den enkelte føler sig kaldet". Manden bag denne forordning var Johan Nicolaj Madvig (1804-86), han var klassisk filolog og nyhumanist og hævdede at den lærde

skole både skulle forberede til embedsmænds universitetsuddannelse og være en afsluttende uddannelse for dem som søgte andre former for videregående uddannelse. Han fastholdt at oldtidens sprog og kultur skulle være det centrale i fagrækken fordi dette stofområde dannede grundlaget for samtidens kultur. Græsk og latin var historiens begyndelse. Samtidig skulle der også være plads til moderne sprog og naturvidenskab. Undervisningen skulle være encyklopædisk og udfordre elevernes tænkning, de skulle ikke sidde receptive, men samtale med læreren. Når historisk stof skulle have en så central plads, var det fordi en almindelig folkenes kulturhistorie havde evnen til at udvide blikket og drage en "op over den indskrænkede plet, hvorpå man er født og over det øjeblik i livet da man er født".

Kritikken af at det klassiske stof dominerede indholdet i latinskolen, var imidlertid ret omfattende. Argumenterne var både de moderne sprogs betydning, det forhold at naturfagene præsenterede et vigtigt vidensområde, og at indføring i naturfag også var en vej til dannelse - naturfag kunne være et middel til udvikling og modning af de unge. Kritikken førte til en deling af latinskolens undervisning i to linjer - en sproglig og en matematisk - i 1871, og samtidig blev den latinske stil opgivet. Naturfagene var repræsenteret ved naturhistorie, naturlære og geografi. Et alternativ til den gammelsproglige linje, nemlig en nysproglig, blev først indført i 1903, se det følgende.

I løbet af sidste halvdel af 1800-tallet udviklede forskellige former for private og kommunale realskoler sig parallelt med latinskolerne. Deres fagkreds omfattede moderne sprog og naturfag, eksamen var adgangsgivende til etaterne, den polytekniske læreanstalt, nu DTU, og Landbohøjskolen og rekruttede desuden unge, først og fremmest unge mænd, til erhvervslivet. Tilgangen til skolerne var stigende, antallet af skoler omkring 1900 var 178, og de repræsenterede med deres mere moderne fagkreds en stadig kritik af det klassiske indhold i latinskolerne. Skolernes antal faldt imidlertid efter 1903 da eksamensmellemaskolen blev indført.

Latinskolens lærere havde frem til 1883 haft forskellige faglige forudsætninger, bl.a. en filologisk-historisk skoleembedseksamen der blev indført i 1849, og som langt fra dækkede det faglige behov som undervisningen krævede. I 1883 blev en skoleembedseksamen indført ved Københavns Universitet, dengang landets eneste. Denne eksamen bestod af et hovedfag og bifag - antallet af disse har skiftet - inden for enten det filologiske eller det matematisk-naturvidenskabelige fakultet. Dermed fik skoleformen de faglærere den siden har haft, og som har haft stor betydning for dens udvikling. De nye kandidater i moderne sprog og naturfag krævede f. eks. flere timer til deres fag og færre til de dengang privilegerede klassiske sprog. Ansættelse i et skoleembede forudsatte desuden en prøve i teoretisk pædagogik og praktisk undervisningsfærdighed der senere fik betegnelsen pædagogikum.

Med den alment skolelov der blev vedtaget i 1903, og som tidligere er omtalt, fik gymnasiet desuden sin nuværende betegnelse. Gymnasiets formål skulle være at give en fortsat højere almenundervisning som tillige afgav det nødvendige grundlag for videregående studier, betegnelsen for den matematiske linie blev den matematisk-naturvidenskabelige, piger fik adgang til de offentlige gymnasier, og en fireårig mellemskole blev som allerede nævnt oprettet i byerne som forskole til gymnasiet, der blev treårig. Dermed skulle gymnasiet også kunne modtage elever fra byernes folkeskoler, og dets karakter af eliteskole skulle kunne brydes. Realskolerne blev placeret ind i denne skolestruktur som en overbygning på mellemskolen, og real-eksamen blev samtidig i mange sammenhænge betegnet som forberedelseseksamen. Dermed var den såkaldte enhedsskole etableret. Den tidligere obligatoriske undervisning i oldtidens sprog og kultur blev i gymnasiet videreført i faget oldtidskundskab der skulle være og er blevet et fællesfag for alle gymnasiets linier og senere grene. Endelig kunne voksne søge studenterkurser.

Gymnasiet forblev en eliteskole i første halvdel af 1900-tallet. Tilgangen af en årgang udgjorde så sent som i 50'erne kun 6-

7%. De store samfundsændringer og den ændrede erkendelse af et moderne samfunds behov for et højere alment kvalifikationsniveau fik også konsekvenser for gymnasiet. Teknikerkommissionen der undersøgte Danmarks fremtidige behov for teknisk og naturvidenskabelig arbejdskraft, fastslog i sin betænkning fra 1959 at hvis Danmark skulle kunne følge med i den industrielle udvikling, var det nødvendigt at hæve gymnasiefrekvensen til 20% af en årgang i de kommende år. Dette sammen med det reformarbejde vedrørende både folkeskolen, mellem skolen og gymnasiet der samtidig var i gang, førte til den omtalte nyordning af gymnasiet og realskolen. Linjedelingen blev opretholdt og efter 1. g kunne eleven vælge mellem forskellige grene som hver indeholdt en fast kombination af fag. En af disse grene var en naturfaglig retning. Den blev begrundet med den vældige betydning som den moderne biologi og biokemi havde fået for menneskeheden.

Denne nyordning omfattede også en reformulering af hvad gymnasiets formål var. Gymnasiet skulle nu ikke give en højere almenundervisning, men en almindelig undervisning der tillige kunne give det nødvendige grundlag for videregående studier. Almindelig dannelse kan både referere til fagkredsen, til den personlighedsudvikling skoleformen skal tilstræbe hos eleven, og til den viden og kompetence som eleven skal forlade skolen med. Før 1960 var vægten blevet lagt på erhvervsuddannelsen af en bestemt kundskabsmængde. Denne havde også skullet omfatte "de til alle tider gyldige menneskelige værdier", og den dannelsesforestilling der var indlejret heri, havde drejet sig om at overføre en fuldt udformet dannelse til næste generation. I 1960 blev gymnasiets indhold derimod defineret som fire ligeværdige hovedområder, sprogene, det humanistiske, det matematisk-naturvidenskabelige og samfundsvidenskaberne. Almindelig dannelse dækkede således ikke over et en gang for alle fastlagt indhold. Der var snarere tale om en almen humanisme bestemt af en vis helhedsopfattelse af menneskets forhold til kulturliv og natur og ved at der i bestræbelserne på at udvikle dette helhedsbillede blev lagt vægt på at udvikle de unges modenhed, således at de forberedtes til selvstændig handling

og vurdering og indstilledes på at leve i en verden med åbne udviklingsmuligheder. Med begrebet almindannelse blev gymnasiets formål gjort langt mere åbent og også mere dynamisk.

I løbet af de følgende år eksploderede tilgangen til gymnasiet, gymnasieeleverne fik i 1971 medbestemmelse med hensyn til at planlægge undervisningen, og i 70'erne blev spørgsmålet om en reorganisering af de 16-19-åriges uddannelser i lighed med reformerne i de øvrige nordiske lande drøftet seriøst. Den borgerlige regering der sad ved roret fra 1982 til 1993, fastholdt imidlertid den traditionelle opdeling af ungdomsuddannelserne. En reform af gymnasiet fulgte. I 1987 blev gymnasiets faglighed styrket, den gamle linjedeling opretholdt og indholdet organiseret i valgfag hvor naturfagene har sin selvfølgelig plads. Valgfagene kan vælges på mellemniveau eller højt niveau. Mindst to valgfag skal vælges på højt niveau. Reformen har betydet en opblødning af grænserne mellem gymnasiets linjer, og eleverne har desuden fået flere valgmuligheder. Gymnasiets formål blev opretholdt, det skulle stadig både være studieforberedende og almindannende, og den faglige fordybelse skulle sikres gennem de store fællesfag. Reformen blev efterfulgt af en ivrig debat om fagenes indhold og om kvalitetsudvikling både i fagene og på institutionsplan. I Gymnasieafdelingens pjece: "Tegn på kvalitet i gymnasiet, studenterkurser og HF" fra 1993, uddybes reformens formål. Heri fastslås det at den gymnasiale kultur tidligere har været underforstået, men den kulturelle frisættelse der har fundet sted, har undermineret denne. Derfor er det nødvendigt at den enkelte skole har et bevidst og reflekteret forhold til skolens værdigrundlag. Endvidere fastslås det at der ingen genvej er til almindannelsen; både unge og voksnes udvikling hen imod større personlig selvstændighed og myndighed går gennem tilegnelsen af faglig viden, indsigt og færdigheder. Ved almindannelse forstås således den proces hvorved eleven udvikler sig gennem sit arbejde med faglige emner og sammenhænge i et samspil mellem lærer og elever. Samtidig har den enkelte skole fået større frihed til at fastlægge sin fagprofil, hvad nye skolebestyrelser også skulle bidrage til. Fokus synes at være flyttet fra overordnede centralt

udsendte retningslinjer til en mere decentral udvikling af den enkelte skoles kultur og fortolkning af fagkredsen. Fælles standarder og eksaminer skal så sikre at skoleformen stadig var og er en faglig, kompetencegivende helhed.

Sammenfattende kan man sige at forløberne for det nuværende gymnasium var både latinskolen og realskolerne. Latinskolen var en elitær drengeskole der forberedte til universitetet og var domineret af et klassisk/nyhumanistisk dannelsesideal, medens realskolerne havde en mere moderne og praktisk fagkreds der gav større plads til moderne sprog, naturfag og matematik. Latinskolen blev til gymnasiet, og realskolen blev indordnet i skolestrukturen først som en overbygning på mellemskolen, derefter på folkeskolen for endelig at blive en del af dennes 8. til 10. klasser. Naturfagene indgår nu som en selvfølgelig del i både folkeskolens og gymnasiets fagkreds. I gymnasiet udgør de et tilbud der fremstår som fuldt ud ligeværdigt med de humanistiske og samfundsvidenskabelige fag. De spørgsmål, som melder sig, er imidlertid om arven fra nyhumanismen ikke stadig væk dominerer vores forestilling om hvad almindelse er, og dermed vore forestillinger om hvad børnene skal lære? Eller for at sige det på en anden måde: står naturfagene lige så stærkt som de humanistiske fag i de forestillinger vi har om hvad der er almindelse? Desuden: er almindelse kun noget der skal erhverves af de elever der går i gymnasiet? Og endelig: I hvilken udstrækning er vor forestilling om hvad indholdet i almenuddannelse er, også styrende for indholdet i seminarielæreruddannelsens faglighed?

5 Konkluderende bemærkninger

I det foregående er der givet tre korte rids af nogle af de udviklingsforløb der danner baggrunden for vor nuværende opfattelse af hvad den danske folkeskolelærer har som opgaver, for hvilke naturfag hun/han skal undervise i, og for hvilken viden vi opfatter som vigtig og dermed almindende. Disse korte rids giver samtidig indblik i en række uafklarede spørgsmål og problemer. Nogle af disse er omtalt i det foregående. Her skal

tilføjes nogle få der først og fremmest handler om hvad karakteren af en moderne eller sen-moderne faglighed måtte være. Det blev i det foregående fastslået at den stadige kritik af skolens kundskabsniveau hos mange havde ført til den reaktion at vi må tilbage til en traditionel og mere statisk form for faglighed. En konsekvens heraf er at det for det første hævdes at specialiseringen må styrkes i seminariernes læreruddannelse. Det hævdes samtidig at de socialpædagogiske, for ikke at sige opdragende, opgaver som læreren også skal påtage sig, stadigt er voksende. Og endelig hævdes det at gymnasiet, hvortil næsten 50% af alle unge i dag rekrutteres, har en kultur og en faglighed som er meget forskellig fra folkeskolens, og her burde en koordinering finde sted.

De problemer der her er skitseret er tilsammen meget komplekse. Og det spørgsmål som der vel først og fremmest bør skabes enighed om, er hvilken faglighed og kompetence den fremtidige danske borger skal være i besiddelse af for at få et godt og meningsfyldt liv. Hun/han skal kunne fungere i den urolige og globaliserede verden der omgiver os. Samtidig skal hun/han - for at citere Ulf P. Lundgren - kunne organisere, betegne og håndtere naturen på en sådan måde at den kan bevares til alles bedste. Personligt mener jeg at hvis den fremtidige danske borger skal få et godt og meningsfyldt liv i fremtiden, er den faglighed som bliver nødvendig, nok den såkaldt sen-moderne, der også kan karakteriseres som dynamisk, kritisk og konstruktiv. Og i denne faglighed må en nutidig forståelse af naturfagene selvfølgelig have en central plads, sammen med andre fagområder som f. eks. mediekundskab. Derefter burde så fagligheden i læreruddannelserne til henholdsvis folkeskolen og gymnasiet vel i større grad koordineres. Og den opfattelse af faglighed som politikerne så blev enige om, kunne man så håbe kunne indgå i et almendannelsesbegreb - et almendannelsesbegreb der skulle være fælles for både folkeskole og gymnasium og de øvrige ungdomsuddannelser.

6 Referencer

Andersen, Annemarie Møller og Søren Breiting: "Biologi - fra naturhistorie til miljøfag", i Vagn Oluf Nielsen: *Skolefag i 100 år*. DPB, København, 1995.

Betænkning om den praktiske mellemskole, Undervisningsministeriet, København, 1936.

Bregnsbo, Henning: *Kampen om skolelovene i 1958*. Odense University Press, Odense, 1971.

Dansk Biografisk Leksikon, Gyldendal, København, 1979.

de Coninck-Smith, Ning: *Klasselærerens historie*. DLH, København, 1990.

Den store danske encyklopædi, Gyldendal, København, 1990'erne.

Det nye gymnasium, betænkning nr. 269, Undervisningsministeriet, København, 1960.

Haue, H. m.fl.: *Skolen i Danmark*. Forlaget Systime, 1986.

Haue, H. m.fl.: *Kvalitetens vogter*. Undervisningsministeriet, 1998.

Helt, H.C.: "Fysik-kemi - fra kridtfysik til eksperiment", i Vagn Oluf Nielsen: *Skolefag i 100 år*. DPB, København, 1995.

Hiorth, Peter: *Den danske børneven*. Deichmanns Forlag, (1839) 1849.

Koch-Olsen, Ib: *Lærer og folkeskolen gennem 100 år*. DLF, 1974.

Kruchov, Chresten og Ellen Nørgaard: "Pædagogik og pædagogisk praksis i Danmark - på vej mod et paradigmeskift", i Karsten Schnack (red.): *Læreruddannelsens didaktik 2*. 1993.

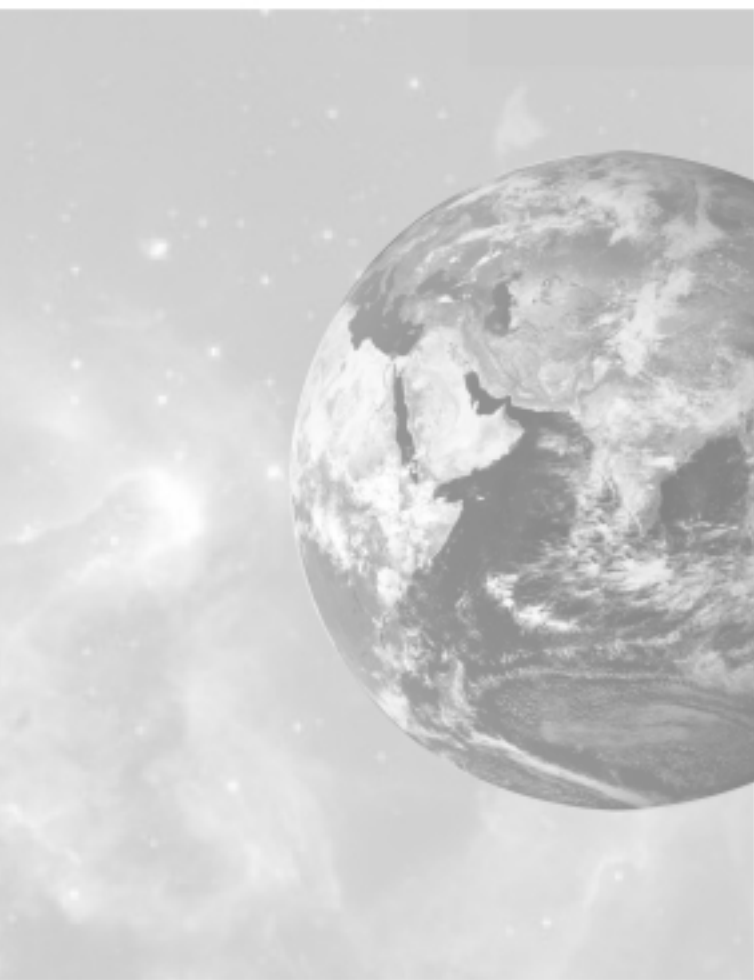
Nielsen, Vagn Oluf (red.): *Skolefag i 100 år*. DPB, København, 1995.

Love og ekspeditioner, Undervisningsministeriet, diverse år.

Undervisningsministeriets Gymnasieafdeling (1993): *Tegn på kvalitet*.

Schnack, Karsten (red.) (1973): *Læreruddannelsens didaktik 2*.





Naturfagene i folkeskolen

Af Søren Dragsted

Aktuelle forhold i naturfagene er ganske vanskelige at beskrive dækkende. Grundskoler i Danmark er på mange områder meget forskellige. Og selv folkeskolerne med det fælles formål og de fælles regler for fagene udviser betydelige forskelle fra område til område og fra skole til skole. Forskellene gælder den pædagogiske linie, de økonomiske vilkår og den personale-mæssige sammensætning. Situationen for naturfag er således vanskelig at beskrive i et sæt generaliserede implikationer uden derved at lukke øjnene for inspirerende naturfaglige miljøer, der på trods af omstændighederne kan være bemærkelsesværdige initiativer med ihærdige frontløbere.

Denne artikel bygger på aktuel erfaring fra undervisning i tre ud af folkeskolens fire naturfag og på efteruddannelse af lærere på CVU København & Nordsjælland samt på projekter med skoleudvikling hvori naturfagenes vilkår har haft en betydelig rolle. Endvidere indgår empiri fra nyere undersøgelser inddraget som belæg for fremstillingen hvor det har været muligt.

*Elektromagneter: Ved hjælp af strøm og magneter kan selv større ting blive trukket hen ad bordet eller gøre sådan at selv små bands kan spille for mere end tusinde mennesker.
(To pigers indledning til en rapport i 9. kl.).*

1 Forskning i skolens kerneydelse

Det indledende citat giver et lille indblik i skær af hvorledes nutidens elever på enkel form forbinder skolens faglighed med deres egen virkelighed. Helt som elevernes verdensopfattelse til stadighed forandres i takt med deres samtid, ændres de vilkår hvorunder lærerne formidler naturfagenes indhold. Alligevel forskes der meget lidt i grundskolens faglige undervisning, hvorledes den foregår, hvilket indhold der vælges, hvorledes

læreren tilrettelægger og gennemfører sin undervisning, og hvilket udbytte eleverne har heraf etc. De seneste undersøgelser af praksis i skolen har været knyttet til mere almene mål som fx organisatoriske forhold, urolige børn, o.lign.

Et andet område er undersøgelser af elevers præstationer som fx The Third International Mathematics and Science Study (TIMSS), Programme for International Students Assessments (PISA) og de nordiske læseundersøgelser. Disse omfattende undersøgelser har haft stor indflydelse på debatten om undervisning i Danmark, men der er ikke kommet meget forskning ud af arbejdet i modsætning til i fx Norge. Disse undersøgelser kan især rejse en debat om mål for og resultater af undervisning, men de er vanskelige at anvende til en grundig debat om det der foregår inden for skolens mure. Undersøgelser af elevernes udbytte foretaget i slutningen af skoleforløbet viser et resultat af undervisning foregået op til 10 år før materialet publiceres. Der bør derfor iværksættes forskning i skolernes praksis undervejs i skoleforløbet hvor såvel etableret undervisning som nye initiativer kan beskrives og analyseres. Erfaringerne kan formidles til praktikere og dermed give en faglig-pædagogisk debat et kvalitativt løft.

Efter ændringen af folkeskoleloven i 1993 er gennemført flere survey-undersøgelser om læreres syn på undervisning i naturfag. Blandt lærere i natur/teknik i 2. klasse og 4. klasse og skoleledere gennemførtes i 1996 LUNT-undersøgelsen af Danmarks Lærerhøjskole for Undervisningsministeriet (Andersen, Dragsted, Nilsson, & Sørensen, 1997a; Andersen, Dragsted, Nilsson, & Sørensen, 1997b). Den kvantitative del af LUNT-undersøgelsen er i 1997 fulgt op af en undersøgelse blandt geografilærere "Geo-spørg '98" (Jensen, Møller, Nielsen, & Laigaard, 2000), i 2000 af en undersøgelse blandt biologilærere (Breiting, 2001) og i 2001 blandt fysik/kemilærere (Egelund, 2002a). Disse undersøgelser giver på udvalgte områder et billede af skolens hverdag, og herigennem bliver aktuelle vanskeligheder synlige. Dele af undersøgelserne er medtaget i de følgende sider.

1.1 Fokuspunkter

Fremstillingen beskriver situationen i en række fokuspunkter, og opmærksomheden koncentrerer på områder af særlig interesse. Herved udelades mange aspekter af hverdagens gode og velfungerende undervisning, og fremstillingen bliver nødvendigvis selektiv og fragmentarisk.

I de enkelte fokuspunkter trækkes nogle faktorer frem som har indflydelse på undervisningen, og nogle mulige årsager hertil. I sidste ende kan negative faktorer i naturfagene være et resultat af prioriteringer, som skolerne har måttet foretage på grundlag af forhold fjernt fra hverdagen i naturfagene.

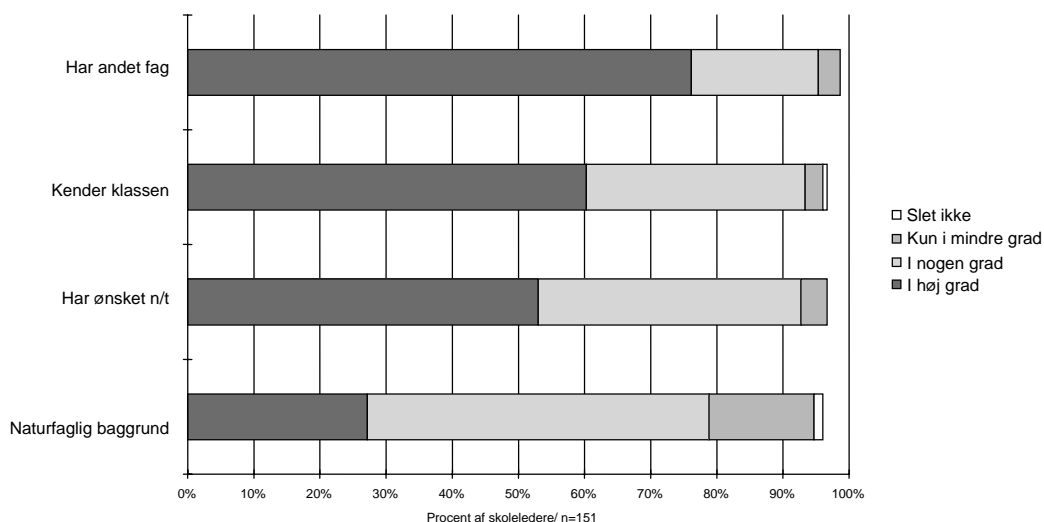
2 Fokus 1: Klassens lærerteam og dansk/matematik

Vendes blikket mod praksis i grundskolen, opfattes først og fremmest den levende stabile helhed. Man kan med rette forstå en lokal grundskole som en samlet organisation hvis kultur *“... indeholder sin egen logik og sin egen begrebsdannelse, der først og fremmest fokuserer på hverdagslivets meningsskabelse”* (Schultz, 1990, side 71). Ledelse, lærere og bestyrelse gør et stort arbejde for at etablere og vedligeholde denne kultur. Handlinger inden for kulturen kan først og fremmest forstås ud fra betydning i helheden. Beslutningsprocesser er defineret ud fra et fælles perspektiv etc.

Lærere vælges til at opfylde et kompleks af opgaver i en klasse inden de faglige kvalifikationer inddrages i vurderingen. Et eksempel fra LUNT-undersøgelsens spørgeskemaer til skoleledere er særlig beskrivende (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997a, side 29).

Hvilke forudsætninger anses på skolen for vigtige for at undervise i natur/teknik?

1.-2. klassetrin



Figur 1. Fra LUNT-undersøgelsen (Andersen, Dragsted, Nielsson & Sørensen, 1997a).

Lærerens arbejde med almene opgaver i klassen vurderes højere end specifikke faglige kvalifikationer. Lederens vurdering bygger på at en mangelfuld kommunikation mellem lærer og elever næsten på forhånd er dømt til at blive en fiasko. Billedet ændres lidt efterhånden som eleverne bliver ældre. *“Betydningen af faglig baggrund vokser i 3.-4. klasse og igen i 5.-6. klasse. For 5.-6. klassetrin er det halvdelen af skolerne, som lægger betydelig vægt på naturfaglig baggrund.”* (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997a, side 31).

LUNT-undersøgelsen fandt for faget natur/tekniks vedkommende at *“57% af klassernes lærere har ikke linjefag med naturfagligt indhold”* og *“41% af klassernes lærere har ikke faglig baggrund med naturfagligt indhold hverken som linjefag eller som obligatorisk fag på seminariet.”* (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997a, side 28).

Tilsvarende, men knapt så markante resultater er kommet frem ved undersøgelsen af skolefaget geografi. Her er to højt priori-

terede svarmuligheder: "Har klassen i et andet fag" med 64% 'i høj grad' og "Læreren har ønsket geografi" med 63% 'i høj grad'. *"At skolelederen prioriterer at "læreren har klassen i mindst et andet fag" bør ikke overraske; dels er lærerteam med få lærere på de enkelte klasser et skattet princip på mange skoler, dels er geografi et to-timers fag og det kan være vanskeligt at få klassen til at fungere fornuftigt socialt (og fagligt), hvis man ikke har klassen i andre timer"* (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 51). At læreren selv har ønsket geografi er sket ud fra en samlet vurdering af kendskabet til klassen, fagets indhold og arbejdsvilkår samt de øvrige arbejdsopgaver (evt. endnu en klasse) der skulle erstatte timerne i geografi.

Lærerens faglige baggrund er også undersøgt i EFEU undersøgelsen fra 1997 om læreres "Efteruddannelse, Forventninger, Erfaringer og Udvikling" (Grønsved, Simsen, Jensen, Egelund & Jørgensen, 1998). Resultaterne her viser at 19,2% af skolens lærere underviste i natur/teknik, og de har i gennemsnit 2,13 timer i faget.

Set fra et helhedsperspektiv er det forståeligt og nogle gange nødvendigt at vælge en lærer uden uddannelse i det relevante linjefag. Læreren kan være den bedste til den pågældende klasse. Set gennem brillerne hos en fagdidaktiker er det et kritisk punkt med en svag eller manglende faglig og fagdidaktisk baggrund, men situationen bliver helt uholdbar når lærere uden fagerfaring må starte uden støtte og vejledning fra erfarne kollegaer og uden tiden til at muliggøre dette (se Fokus 6).

Den manglende erfaring fra undervisning i faget og forståelse af fagets didaktik gør det vanskeligt at lægge en kvalificeret årsplan. I sammenhæng hermed kommer det manglende overblik over fagets mål og indhold.

3 Fokus 2: De ændrede organisationsformer og tidsproblemet

Fagstrukturen har et historisk præg hvor flere enheder gradvis er lagt ind i rækken af fag og indholdsområder der skal undervises i. I øjeblikket er skolens arbejde opdelt i mange små enheder hvilket er med til at splitte dagen og ugen op. Skemaet opleves ofte som en spændetrøje når mere inspirerende undervisning skal iværksættes. Som et nødvendigt modtræk indføres i løbet af skoleåret flere 'fordybelsesuger', 'temaperioder', etc. hvor eleverne kan opleve skolen i mere motiverende og udfordrende undervisningssammenhænge. Siden Folkeskoleloven af 1975 er der kommet stadig flere perioder med anderledes tilrettelægning og nu senest projektopgaven der med stor succes er blevet indført som et led i Folkeskoleloven af 1993.

Under disse temadage og -perioder har de små fag, herunder naturfagene, ganske vanskeligt ved at komme med på klassens arbejdsplan. Ofte er det klassens kernelærere der underviser under de anderledes skemaformer, og det kan være hundesvært for klassens kernelærere at undervise i et indhold fra de naturfaglige læseplaner. Temaer hentes oftest fra dansk, matematik og sjældent fra fx sprogfagene og naturfagene, og det gælder såvel tværfaglige initiativer som perioder med tid til fordybelse på enkelte områder. Det samlede timetal i fagene er således faldet langt under normen som en konsekvens af de mange spændende initiativer i skolen.

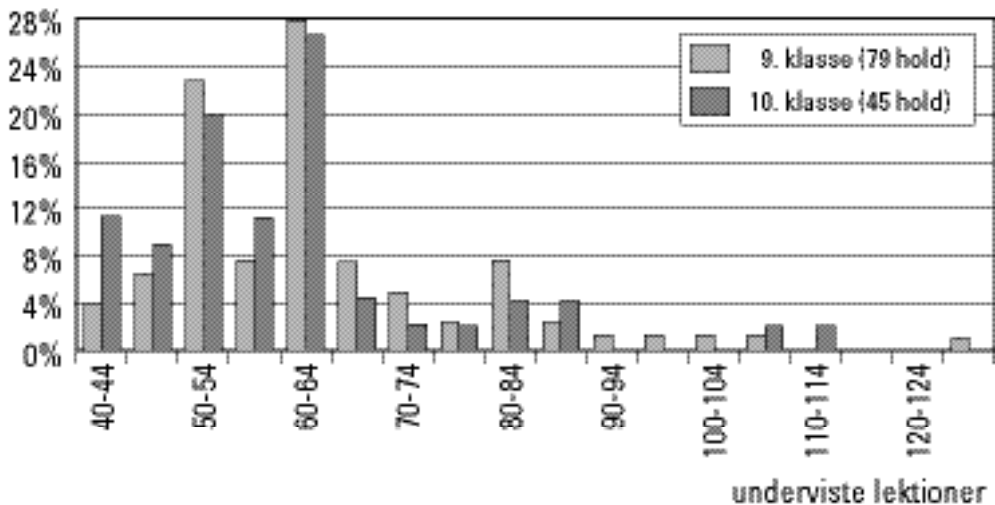
3.1 80 timer skrumpede til 51 lektioner - et eksempel

De helt nødvendige initiativer til at skabe en mere engagerende skole har haft katastrofale konsekvenser for skolens mindre fag og herunder naturfagene. Som et beskrivende eksempel kan nævnes undervisningstiden i fysik/kemi i perioden fra starten af 1980'erne og frem til seneste lovændring i 1993. En karakteristisk kommunal timefordelingsplan på en bestemt skole tildelte fysik/kemi to timer ugentligt på 9. klassetrin eller mere korrekt formuleret 80 timer om året. En årsnorm på 80

lektioner har længe været en illusion, og et typisk tal i 9. klasse ligger omkring de 56 lektioner. Siden lovændringen i 1993 er udviklingen med et faldende timetal blevet accentueret. Et konkret eksempel fra planlægningen af skoleåret 2002/03 viste et timetal i 9. klasses fysik/kemi hvor to ugentlige timer på skemaet var blevet til cirka 50 lektioner. Erkendelsen af den katastrofale udvikling skete heldigvis på et tidligt tidspunkt i skolens planlægning. Ledelsen forstod situationen og tilførte yderligere 12 lektioner. Årsagen til det lave timetal på 9. klassetrin er at klasserne typisk kun undervises i faglige rammer cirka tre fjerdedel af året, og den sidste fjerdedel går til prøveafholdelse, praktik, lejrskole, projektarbejde etc.

At billedet ikke er isoleret til en enkelt kommune ses af følgende diagram.

Hypighed af antallet af underviste lektioner



Figur 2.

Ovenstående oversigt er fra Undervisningsministeriets evaluering af prøver i sommeren 2001, og den viser det faktiske timetal i fysik/kemi der har et vejledende timetal på to ugentlige lektioner eller i alt 80 på et år. I realiteten er antallet på mellem 50 og 65 lektioner. (Undervisningsministeriet, 2001)

Folketinget vedtog 10. april 2003 en række ændringer og tilføjelser til Folkeskoleloven. En vigtig del af ændringerne er fastlæggelse af et minimumstimental der for naturfagernes vedkommende ligger ca. 4% højere end hidtil. Kommunerne har tidligere har haft mere rummelige rammer for prioriteringen af tiden i skolen. Fremover er de centralt fastsatte retningslinier en kende mere præcise (se figur 3). Der skal holdes et minimumstimental inden for de tre faggrupper; humanistiske fag, naturfag og praktisk/musiske fag. Hvor timetallet hidtil har været opgivet som et antal lektioner om ugen er de kommende regler regnet som et årstimental målt i timer og minutter. Eksem-

Klassetrin:										Vejledende timetal 1. - 9. Kl.
Bh.kl.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
Minimumstimental			1000			955			1320	
Humanistiske fag	Dansk	300	270	240	180	180	180	180	180	1890
	Engelsk			60	60	90	90	90	90	570
	Tysk						90	120	120	330
	Historie			30	30	30	60	60	30	300
	Kristendom	60	30	30	30	30	60		30	300
	Samfundsfag							60	60	120
Minimumstimental			560			515			790	
Naturfag	Matematik	150	150	150	120	120	120	120	120	1170
	Natur/teknik	30	30	60	60	60	60			300
	Geografi							60	60	120
	Biologi							60	60	150
	Fysik/kemi							60	60	210
Minimumstimental			430			690			325	
Praktisk/musiske fag	Idræt	30	60	60	90	90	90	60	60	600
	Musik	30	60	60	60	30	30			270
	Billedkunst	30	60	60	60	30				240
	Håndarbejde									0
	Sløjd				60	120	120	90		390
	Hjemkundskab									0
Valgfag								60	60	120
Minimumstimental			70			70			85	
Klassens tid		30	22,5	22,5	23	22,5	30	30	30	240
Samlet minimumstimental			2060			2230			2520	

Figur 3. Bilag 1 til lovforslag om fornyelse af folkeskolen (L130): vejledende timetal samt minimumstimental efter fuld indfasning (Undervisningsministeriet, 2003).

pelvis er der en vejledende årsnorm på samlet 840 klokketimer i fagene biologi, fysik/kemi, geografi og matematik på 7., 8. og 9. skoleår. I samme faggruppe og tidsperiode er der et minimum på 790 timer. I forhold til tidligere minimumstimetal er det en lille udvidelse af timetallet. Imidlertid er mange kommuner allerede oppe på et niveau der ligger højere end de nye højere minimumstimetal.

Det er vanskeligt at foretage klippefaste sammenligninger af gamle og nye regler for timetallet, men som en grov tilnærmelse kan følgende opstilling af *de vejledende timetal* give et lille indtryk af ændringerne.

	1993-loven		Det nye forlig	
Dansk	1800	25,5%	1890	25,8%
Matematik	1080	15,3%	1170	16,0%
Naturfag	750	10,64%	780	10,66%
Samtlige timer	7050	100%	7320	100%

Figur 4. Alle tal er i timer á 60 minutter. Procenttal er fagenes andel af skoletiden.

Timetallet skal gøres op, og målt over tre skoleår skal det samlede timetal i naturfag og matematik nå et fastsat omfang. Ministeriet vil følge udviklingen for at se om timetallet bliver fulgt efter lovens hensigt. Med ændringerne fra april 2003 er fagenes timetal i højere grad blevet et udtryk for en landspolitisk prioritering af indholdet i folkeskolen frem for en lokalpolitisk beslutning.

I det første orienterende *Nyhedsbrev 1* fra Undervisningsministeriet om fornyelsen af Folkeskoleloven lægges op til at kommunerne næsten kan fortsætte som hidtil. *“Hvad angår spørgsmålet om, hvorledes særlige aktiviteter, såsom erhvervspraktik, prøveafholdelse mv., indgår i undervisningstimetallet, herunder fagblokkene, vil der ikke blive fastsat særlige regler herom - det vil fortsat være op til lokal afgørelse efter de principper kommunerne anvender i dag.”* (Undervisningsministeriet, 2003).

Hovedproblemet i 9. klasse eksisterer således fortsat. Det formelle timetal er rimeligt, men det faktisk gennemførte timetal kan fortsat blive meget lavere. Situationen er mest udtalt i klasser med mange opgaver uden for skolens faglige rammer. Et lavt faktisk timetal kan skabe vanskeligheder i alle fag når arbejdet skal ske i overensstemmelse med centrale kundskabs- og færdighedsområder samt bindende trinmål. Lærerne tvinges ud i problematiske fravalg blandt målene. Resultatet kan være en forøget følelse af utilstrækkelighed.

Timetallet er ikke den eneste afgørende faktor for undervisningen i fagene. Et rimelig fornuftigt timetal er dog en forudsætning for at forløbet i naturfagene kan rumme en stor variation i arbejdsformer. Det skal være muligt at gennemføre temaer og andre anderledes tilrettelagte forløb hvor elever oplever at kunne anvende, udvikle og formidle det de lærer i skolen. Den seneste tids debat inden for murene i Folkeskolen og udviklingsarbejder i sammenhæng hermed taler for at nye måder at organisere undervisningen på måske kan overflødigsgøre det historiske skoleskema. Eleverne skal fortsat have 'timer', men fremover kan planlægges således at indholdet bestemmer hvorledes tiden skal tilrettelægges.

3.2 Naturfag i temaperioder

Et mere offensivt skridt er hvis naturfagene optræder langt mere aktivt i de engagerende undervisningsperioder. Indholdet i naturfag rummer masser af muligheder for konkrete virkelighedsnære projekter. Til gengæld er der ofte betydelige vanskeligheder med at organisere undervisningen, fordi kun et begrænset antal lærere har kompetencen til at undervise i naturfag. Det er sjældent muligt at tilrettelægge perioder hvor hele skolen arbejder med et naturfagligt emne. Et andet problem er faglokale allokering i temaperioder, hvor hele skolen ikke kan være i de samme faglokaler på samme tidspunkt.

Endnu et offensivt skridt kunne være at droppe skoleskemaet og tilrettelægge fagene efter antal timer målt som årsnorm. Herved skal det kunne dokumenteres at fagene har bidraget

med undervisning til den fastsatte norm. Udviklingsarbejdet på skoler uden et traditionelt skoleskema viser en øget opmærksomhed på hvor meget tid der anvendes i de forskellige fag i skolen. Aktuelt arbejder en række skoler med at udforme alternativer til det traditionelle skoleskema og finde andre måder at tilrettelægge fag og indholdsområder.

Temaperioderne, fordybelsesdage, tværsuger etc. må rumme indholdsområder fra naturfagene. Det er ikke svært at finde de indholdsmæssige muligheder, men det er en krævende opgave at etablere undervisningsforløb med en tæt sammenhæng mellem fagmål, teoretisk indhold og relevant praktisk arbejde. Samtidig skal det ikke være engangsforløb til et enkelt skoleår, men forløb der gennemføres år efter år på alderstrin hvor børnene har forudsætninger herfor. Behovet for udvikling af aktuelle, og for eleverne realistiske, undervisningsforløb i naturfag er særdeles påkrævet.

4 Fokus 3: Sammenhæng mellem naturfagene i skoleforløbet

Natur/teknik er et forholdsvis nyt fag i skolen. Det tager tid før sådanne ændringer i fagrækken er et etableret system og tilpasset de nye vilkår. På de fleste skoler er der ikke arbejdet med at skabe en stærk sammenhæng mellem natur/teknik og aftagerfagene geografi, biologi og fysik/kemi. Vanskelighederne viser sig dels ved overtagelsesforretningen mellem natur/tekniklærer i 6. og lærere i geografi (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 29-30), biologi og fysik/kemi i 7. klasse og dels ved manglende forståelse i aftagerfagene for, hvad eleverne har lært til og med 6. klasse. (Breiting, 2001; Egelund, 2002a, side 74).

Nogle skoler har arbejdet med logbøger som en dokumentation for hvad klasserne på 1. - 6. trin har arbejdet med. Andre skoler har forsøgt at lave skolens egne tematiske læseplaner

med eksplicitte krav knyttet til erfaringsområder, børnene skal have været igennem. I en interviewundersøgelse beskrives dette problem, og i kort form bliver det til: *“Endelig er der klare tegn i retningen af, at undervisningen i natur/teknik i folkeskolen har et kontinuitetsproblem, idet natur/teknik ikke i særlig grad synes at virke som optakt til naturfagene i 7. - 9. klasse.”* (Broch & Egelund, 2002b, side 131).

En vej kan være at lærerne i naturfag i fællesskab får beskrevet hvad der forventes eleverne skal være i stand til inden for de fire faglige områder. En anden vej kan være at føre en logbog over hvad klassen har arbejdet med, men noget *“... tyder på at logbøger ikke er særligt udbredte endnu.”* (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 30).

5 Fokus 4: Lokaler og omkringliggende arbejdsfelter

Mange skoler er inde i en periode med en betydelig udvidelse af elevtallet, hvilket har konsekvenser for bl.a. naturfagenes faciliteter. Samtidig er mange skolars faglokaler nedslidte og trænger til renovering ganske som mange andre lokaler. (Dragsted & Kantsø, 1999).

Her kan desværre ikke gives tal fra en landsdækkende undersøgelse af skolernes undervisningslokaler, men situationens alvor kan iagttages i de fleste kommuner under budgetforhandlingerne. Skolens aktuelle mangel på lokaler medfører på naturfagsområdet en udvikling hvor et tidligere biologilokale ændres til at være natur/tekniklokale. En årsag kan være at lokalet ikke blev særlig benyttet. Uanset hvor kortsigtet og perspektivløst disse ændringer er, må det i denne forbindelse give bekymrede miner når et af resultaterne fra undersøgelsen blandt biologilærere viser at det *“...praktisk/eksperimenterende aspekt i biologiundervisningen spiller en mindre rolle for langt de fleste biologilærere.”* (se under fokuspunkt 5).

Faget biologi indeholder meget klart formulerede Centrale

Kundskabs og Færdighedsområder (CKF) hvor det præciseres *“at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at*

- *søge biologisk viden og forståelse gennem egne undersøgelser og eksperimenteren i naturen og laboratoriet*
- *kende til, hvordan biologisk viden bliver til gennem naturvidenskabelige arbejdsmetoder”*

(Undervisningsministeriet, 2002, side 10).

Det samlede lokalebehov for naturfagene kan sammenfattes til i gennemsnit 25 lektioner pr. uge for hvert spor af klasser i skolen. Det mere præcise behov er vanskeligt at opgøre fordi en del undervisning foregår i naturen, på ekskursioner eller i hjemklassen. Omvendt er tilgængelighed til faglokaler vigtig for at kunne opretholde en fleksibilitet i elevernes valg under projektuger og temauger. Naturfagslokalerne må nu kunne rumme en mere alsidig anvendelse end det der var tilfældet for bare 10 - 15 år siden. Alternativet med natur/teknikundervisning i hjemklassen i indskolingen har fungeret med meget vekslende succes. LUNT-undersøgelsen ofrede en del opmærksomhed på netop lokalesituationen.

“Det er ikke altid, at hjemklassen er det ideelle sted at undervise. Mange steder er hjemklasserne indrettet for 30 år siden og udelukkende med henblik på en undervisning med kladdehæfte, taske, bog og tavle. Et væsentligt problem i forhold til natur/teknikundervisningen er, at materialerne til de praktiske og eksperimenterende aktiviteter skal findes frem fra depot/faglokale og bæres til hjemklassen. Det giver problemer, hvis lærer og elever finder på andre eller uforudsete aktiviteter - spontane ideer, hvortil der skal bruges andre materialer end dem, der direkte er planlagt til undervisningen. Det kan sætte grænser for lærerens og elevernes kreativitet og videreudvikling af forsøg, teorier, indfald og ideer.” (...)
“Vi har på besøgene desværre også set nogle hjemlokaler, der ikke var særlig velegnede til den eksperimentelle undervisningsform, som i stor udstrækning præger natur/teknik. Her må læreren tænke kreativt og ind imellem udnytte gangarealer, garderober, skole-

gården, idrætspladsen osv.” (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 50 og 52).

En anden undersøgelse viser at kun 16% af skolerne har et faglokale til geografi. *“Selvom der ikke er mange deciderede geografifaglokaler, så er der åbenbart et ønske om at have en slags faglokale, idet 1/3 af klasserne har geografiundervisning i natur/teknik eller biologifaglokalet.”* (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 50).

Undervisningen i fysik/kemi er samlet i et faglokale, men et alvorligt problem er nedslidning. Ved afgangsprøverne kommer lærerne som censorer på besøg, og her oplever man en blanding af topmoderne, velindrettede faciliteter på nogle skoler og på andre skræmmende eksempler med helt uforsvarlige lokaler. Svar i survey-undersøgelsen blandt fysik/kemilærere på et spørgsmål om undervisningslokalet er tilfredsstillende viser, *“... at 46% enten er uenige eller meget uenige i, at forholdene er tilfredsstillende.”* (Egelund, 2002a, side 91).

5.1 Andre mulige undervisningsrum

Lægges et perspektiv langt ud over situationen inden for de traditionelle rammer i faglokalerne, er der store muligheder for med små midler at skabe langt mere spændende rammer for undervisningen. På det enkle plan har en del skoler indrettet mindre forsøgsmarker i tilknytning til faglokalet i biologi, i natur/teknik eller i naturfag. Her er opstillet måleudstyr til vejr-observationer, kasser til forsøg med vand som landskabsdannende faktor, minihaver med tilhørende kompostanlæg, huggepladser til større materialer i naturtræ etc. (Dragsted, 1999).

På et lidt større plan har nogle skoler skabt tæt og spændende sammenhæng mellem undervisning i klasselokalet og udenfor i de nære omgivelser. Lærkelængen i Albertslund er en ny bygning for indskoling med vandgrav lige op til skolens sydside, forsøgsmark med bålplads, miniskov, energianlæg med solceller i tagvinduet m.m.

Undervisningsministeriet tog initiativ til en større arkitektkonkurrence med tre skoler i forskellige situationer med nye lokaliteter og renovering af eksisterende lokaler. Mange af disse forslag havde spændende løsninger til faglokaler på naturfagsområdet og flere havde skabt en dynamisk sammenhæng mellem faglokale og udeområder. Især skolens mellemrum i forbindelse med faglokalerne er vigtige at få udnyttet som et dynamisk miljø omkring naturfag. Mellemrum er gange, trapper og vægge eller halvtage, vindfang og drivhuse ved udgange fra naturfagslokaler til udeområder. (Kirkeby, 1998).

6 Fokus 5: Undervisningsmaterialer og den praktiske dimension

I de senere års skolepolitiske debat har de slidte undervisningsmaterialer spillet en betydelig rolle. Debatten har i høj grad været møntet på skolens lærebøger. Naturfagene er på dette område i en særlig situation der sætter afgørende grænser for undervisningens gennemførelse. Skolen må have både bøger og konkrete materialer til det praktiske arbejde svarende til læseplanernes indholdsangivelser, og begge dele må være i en brugbar stand samt opbevaret på en overskuelig måde. LUNT-undersøgelsen brugte en del opmærksomhed på netop lokaler, materialer og opbevaring. Samlet blev vurderingen at “... rundt om på skolerne arbejdes meget med den praktiske dimension i undervisningen. Der bliver tillige arbejdet på at lette administrationen i forbindelse med fremskaffelse af materialer til undervisningen. Besøgene har vist, at der nogle steder er ringe hjælp at hente for den nyeluerfarne lærer i faget. Dette sidste problem kan fx afhjælpes, hvis der på skolen kan findes en lærer, som kan fungere som ressource lærer. - ”(Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 65). Trods det forhold at de åbenlyse ønsker om at arbejde uden for skolen har en høj prioritet, er der i den konkrete skolehverdag mange barrierer for at realisere disse ønsker. (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 27).

I geografi er situationen mere tvivlsom. *“De fleste opfatter ikke geografi som et eksperimentelt fag, men det skyldes nok først og fremmest, at det eksperimenterende forbindes med at arbejde i laboratorium (glas og kolber og sindrige apparater). Man glemmer, at naturen og kulturlandskabet er et kæmpemæssigt udendørs laboratorium, som man kan udføre en række iagttagelser og eksperimenter i. Samtidig er der også mange forsøg af relevans i geografi, der kan udføres i det traditionelle laboratorium. Begge dele må efter vores opfattelse opprioriteres i geografi.”* (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 8).

Praksis i biologi er også et kritisk område. *“Det praktisk/eksperimenterende aspekt i biologiundervisningen spiller en mindre rolle for langt de fleste biologilærere. Således angiver kun ca. 1/6 af lærerne, at de en gang om ugen inddrager dette aspekt, mens resten gør det ca. 1 gang om måneden (46%) eller sjældnere (38%). I bemærkningerne til dette spørgsmål angiver nogle lærere, at forskellige former for begrænsninger er grunden til denne relativt lave hyppighed af praktisk/eksperimenterende biologiundervisning: lokalet, klassen eller manglende personlige forudsætninger.”* (Breiting, 2001).

I fysik/kemi er praktisk/eksperimenterende arbejdsformer meget fremtrædende, men problemet er mere hvilken stand lokalet er i (se fokuspunkt 4). Undervisningsmaterialer og fagets praktiske arbejde kræver en kompleks indsats at etablere og en kyn-dig indsats at få til at fungere med eleverne. Lærere giver udtryk for, at den praktiske og eksperimenterende arbejdsform, der er en vigtig fornyelse i folkeskolen, er meget tidskrævende. Derfor er de af den opfattelse, at der ikke er overensstemmelse mellem intentionerne med natur/teknikundervisningen og det timetal, der er afsat til faget.

7 Fokus 6: Faglighed og fagkultur

Begrebet fagkultur er nu kommet højt på dagsordenen når skoler og fag omtales, men samarbejdet blandt fagfolk har haft

stor betydning al den tid et fag har eksisteret. Fag etableres og udvikles i et fællesskab af fagfolk og fagfællesskaberne viser deres betydning i skolen på flere områder.

- Hvor der ikke er tilstrækkeligt med linjefagsuddannede lærere vil ikke-uddannede være stærkt afhængige af en kyndig assistance.
- Arbejdet med at undervise i naturfagene kræver så meget tid, at gruppen af lærere nødvendigvis må kunne 'trække på hinanden'.
- Naturfagene er hver for sig små. Et fællesskab imellem fagene kan styrke lærerne i gruppen og give skolens øvrige lærere en opfattelse af og praksis i naturfagenes undervisning.

"I mere generelle vendinger kan naturfaglig kultur beskrives som en subkultur i skolen. Den er skabt gennem fortløbende udveksling og udvikling af fagopfattelser, værdisæt, normer og praksisformer med henblik på at realisere naturfaglig undervisning i relation til skolens samlede opgave. (...) Skolens naturfaglige kultur rummer flere dimensioner. Det gælder fortolkning af indhold i naturfag, realiseringen af samarbejde blandt skolens lærere samt de lokale praktiske rammer for arbejdet i skolen." (Dragsted, 1998, side 90).

Survey-undersøgelserne inden for hver af de fire naturfag beskriver hvorvidt lærerne tager del i et fagsamarbejde på skolerne. I rapporten "Natur/teknik på vej - hvorhen?" beskrives det således:

Formålet med en ekstraordinær indsats bør på grundlag af LUNT-undersøgelsen være at fremme udviklingen af en naturfaglig kultur i en humanistisk præget skole, herunder at medvirke til:

- at udvikle og styrke undervisningen i natur/teknik
- at sætte fokus på målsætning for og evaluering af elevers læring
- at udvikle progression i natur/teknikundervisningen og kontinuitet fra natur/teknik til de efterfølgende skolefag fysik/kemi, biologi og geografi og lette overgangen til disse fag for eleverne

- at støtte skolers arbejde med at styrke lærersamarbejde inden for det naturfaglige område, fx udvikling af faglige team
- at støtte en faglig og pædagogisk opkvalificering af skolers lærere
- at udvikle en fagdidaktik for natur/teknik i et samspil mellem praksis og teori.

(Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 15)

I geografiundersøgelsen sammenfattes det således:

I erkendelse af at mulighederne for efteruddannelse i geografi nok ikke vil stige de kommende år, vil vi anbefale, at man arbejder langt mere med fagteamtanken. (...) ...på andre skoler er der ofte 3-4 geografilærere, som med fordel vil kunne samarbejde om fælles planlægning. Det gælder inden for en række områder; årsplaner, evalueringsstrategier, ekskursionslokaliteter, gode ideer til eksperimentelt arbejde. (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 8).

Undersøgelsen blandt biologilærere er ikke publiceret i den færdige udgave, men i de foreløbige omtaler er fagsamarbejdet kortfattet berørt. "Undersøgelsen tyder også på, at mange lærere føler sig isolerede i forbindelse med at indgå i faglige team, hvor der er lejlighed til at diskutere fagets muligheder og problemstillinger. Således angiver 2/3 af biologilærerne, at de ikke i år deltager i et fagligt team med andre biologilærere." (Breiting, 2001, side 3).

Fysiklærere angiver at 30% samarbejder i fagteam (Egelund, 2002a, side 82). Etablering af fagkulturer er et langsigtet projekt. De senere år er der på nogle skoler blevet arbejdet meget seriøst med at få oprettet fagkulturer inden for gruppen af lærere i naturfagene. Det er lykkedes med skiftende held, ikke mindst fordi der på skolerne i øjeblikket er en ganske vanskelig diskussion om ressourcer. Skolerne ønsker mange arbejdsopgaver prioriteret højt, og ingen vover at foreslå noget fjernet.

Nogle kommuner laver kurser for lærere i naturfagene med henblik på at sætte konkrete projekter i gang på de enkelte

skoler. Tanken er at projekter dels kan medvirke til at udvikle fagforståelsen blandt lærerne og dels igangsætte et samarbejde om mere end det initierende projekt. I Københavns Kommune er startet et Grøn skole projekt for syv skoler. I 2002/03 er 50 lærere på kursus med henblik på at få introduceret og igangsat projekter på de enkelte skoler. I 2003/04 fortsættes med et mere krævende kursus på niveau med diplomuddannelsen for en-to af frontløberne fra hver af de syv skoler. Tankegangen i hele projektet er at det kræver tid at udvikle samarbejdet og fagene.

Et grundspørgsmål er hvilke fagfællesskaber der er mest robuste. Lærerne underviser i flere fag, og det er vanskeligt tidsmæssigt at have engagement til at arbejde i flere fagfællesskaber. Det er også et spørgsmål om skolen har personer der vil og kan være initiativtagere med interesse for hver af de mange fagområder. Endelig er det et spørgsmål om tid til lærerne. Mindst 20 timer årligt til hver lærer i et team er nødvendigt for at det ikke skal blive de indkøbsforeninger skolen havde i form af fagudvalg.

Er det mest robuste en fælles faggruppe for alle naturfagene der kan fastholde og udvikle en naturfaglig enhed i skolen? Dette ville jo ikke udelukke et yderligere samarbejde i de enkelte naturfag. En fælles fagenhed kan styrke dialogen om progression og målene for undervisning i natur/teknik og de efterfølgende fag. Udvikling af fagkulturer kan blive et meget offensivt træk med store konsekvenser for arbejdet i skolens naturfag. Opgaverne kan blive kollegial støtte, udvikling af indholdet i fagene, debattere didaktikken, give rum for lokal efteruddannelse, medvirke til at bevare faciliteter m.m.

8 Fokus 7: De enkelte fag

8.1 Natur/teknik

Natur/teknik kom til fagrækken i 1993-loven, men inden da havde en del skoler arbejdet med et tilsvarende indholdsområde. Alligevel blev det en voldsom opgave at igangsætte faget,

og eftervirkningerne fra starten kan stadig mærkes. En række vanskeligheder er markante.

- Faget har mange undervisere med en spinkel tilknytning til fagområdet. *“Det lave timetal i natur/teknik modsvares af, at der er en relativ stor del af skolens lærere (19,2%), der har timer i natur/teknik.”* (Egelund & Broch, 2002, side 46). Et ikke ualmindeligt billede er at på en fire-spors skole med 24 natur/teknikklasser er der 19 lærere i faget.
- Faget bruges som kit i planlægningen af lærernes arbejdstid. Det er dog langt det hyppigste at den lærer der får timerne er en af klassens øvrige lærere. Der er dog ved at komme en øget opmærksomhed blandt skoleledere over for dette forhold.
- Faget mangler kvalificerede undervisere. Der er *“.. stadig 31,6% af lærerne i natur/teknik, der ikke besidder de formelle kvalifikationer.”* (Egelund & Broch, 2002, side 43).

Faget har endnu ikke fået en tradition for hvad, der hører til faget, og hvordan, der skal undervises. På den ene side er der stor åbenhed om hvilke stofområder, der kan inddrages, men på den anden side en hyppig udtrykt usikkerhed om hvorvidt indsatsen i faget er tilstrækkelig.

Eksempelvis er antallet af lærere i 1. - 2. klasse uden erfaring i natur/teknikundervisning betydelig (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997a) bl.a. fordi skolerne prioriterer få lærere i indskolingsklasser højt (Egelund & Broch, 2002, side 21). Dette valg må vurderes ud fra klassens helhedssituation, men når valget medfører ulemper bør der tages skridt til at imødegå disse ulemper ved et eller flere af følgende initiativer:

- solid efteruddannelse af de lærere der påtager sig opgaven
- bruge en 'fag'lærer som støtteperson i undervisningen
- danne fagteam med tid til lærerne hvor de kan udvikle egen undervisning og skabe bedre rammer for undervisningen

- inddrage eksterne muligheder som fx naturvejledere
- arbejde langsigtet med at få flere lærere med fagdidaktiske forudsætninger i et naturfag.

Undervisningsmaterialer i faget er kun i mindre grad blevet fornyet i forhold til fagets nuværende position. Til gengæld er igangsat en spændende udvikling på 2.-3. klassetrin hvor den tidligere parathed til læsning har ført til udgivelse af en hel del faglitteratur for dette alderstrin. Nye materialer især om biologiske emner er på et fagligt højere niveau end de 'halvgamle' bøger for dette alderstrin.

8.2 Biologi

Faget biologi i folkeskolen har siden '75-loven gradvis fået stadig mindre opmærksomhed, mens andre initiativer af mere almen karakter er øget, fx 'Grøn skole', naturvejledere med opgaver i skolen, miljøinitiativer på skoler etc. Interessen for mange emner inden for biologiområdet er steget, men kernefaglige områder i biologi bliver stadig svagere udfyldt. I denne forbindelse er det bemærkelsesværdigt at *"... næsten fire ud af hver ti lærere, der underviser i biologi ikke har biologi eller supplerende uddannelse som baggrund."* (Breiting, 2001).

Fragmentering af undervisningen er et alvorligt problem i biologi. Hvor læseplanen beskriver en samlet faglig helhed, er der tegn på at eleverne mangler fundamentale faglige områder.

I en afsluttende opgave ved cand. pæd. studiet i biologi har Anders V. Thomsen påvist at 15-årige ved utrolig lidt om gener og bioteknik. Undersøgelsen bekræfter det som i de senere år har været drøftet blandt fagdidaktikere med kendskab til skolens biologiundervisning. (Thomsen, 2002).

I foråret 2000 gennemførtes en mindre spørgeskemaundersøgelse blandt biologilærere af biologiundervisningens status og vilkår. Med en svarprocent på ca. 50 kan det ikke udelukkes, at det er de mest biologiiinteresserede, der har svaret. Undersøgelsen er endnu ikke publiceret i en samlet fremstil-

ling, men nogle foreløbige resultater kan findes på (Breiting, 2001). Af nøgleresultater fra undersøgelsen kan nævnes:

- *“Det praktiske/eksperimenterende aspekt i biologiundervisningen spiller en mindre rolle for langt de fleste biologilærere.”*
- *“Undersøgelsen peger på at det ikke er hyppigt, eleverne kommer på ekskursion eller virksomhedsbesøg, bortset fra hos et mindretal af lærere. Således har ca. 1/4 af klasserne (...) på spørgetidspunktet (maj måned) ikke været på en eneste ekskursion eller et virksomhedsbesøg.”*
- *“... næsten fire ud af hver ti lærere (...) ikke har biologi eller supplerende uddannelse som baggrund. Samtidig har kun få været på efteruddannelse affødt af indførelsen af 1993-loven med meget væsentlige ændringer for biologi ...”*
- *“... mange lærere føler sig isolerede i forbindelse med at indgå i faglige team, hvor der er lejlighed til at diskutere fagets muligheder og problemstillinger.”*

De mere specifikke faciliteter til faget bliver mange steder ikke ordentligt vedligeholdt. Lokaler til biologi er nødvendige (Undervisningsministeriet, 2002), men det sker at de forsvinder for at man kan oprette et tiltrængt hjemmeklasselokale eller i mindre kritiske tilfælde bliver det erstattet af et fælles naturfagslokale for natur/teknik og biologi.

Den utilfredsstillende situation i skolefaget kan have flere årsager.

- Biologi ikke er et eksamensfag til forskel fra fysik/kemi (Andersen, m.fl., 2001, side 139), (Egelund & Broch, 2002, side 22). Det betyder at faget ikke prioriteres tilstrækkelig højt af ledelse og lærere.
- Biologi er, sammenlignet med de øvrige opgaver i skolen, et lille fag med tilsvarende lille opmærksomhed blandt lærere, ledelse og forældre. Biologilærernes primære opgaver i skolen ligger uden for faget og er i højere grad knyttet til opgaver som kernelærer i en eller flere af skolens klasser. Der har

været en periode hvor det ikke har været almindeligt på skoler at møde frontløbere i faget.

- En del lærere i geografi, biologi og fysik/kemi føler en relativ lav arbejdsglæde. (Egelund & Broch, 2002, s. 50).

Indholdsproblemet kan også spores på områder hvor man ville forvente en høj interesse. En undersøgelse om 'Unge kendskab og holdning til økologi' udført i april måned med 677 elever i 9. klasse på 39 skoler viser følgende resultater ved et spørgsmål om de havde haft undervisning om miljø og økologi inden for en række af emner og temaer. (Husmer, 2002).

Prioriteret liste over de temaer, eleverne har haft undervisning om

Tema eller emne	Procent ja-svar	Placering
Vand (fx forurening, forbrug eller kredsløb)	62%	1
Luft og klima (fx forurening, syrerregn el. klimaforandringer)	59%	2
Energi (fx forbrug el. kilder – hvor kommer energien fra)	51%	3
Affald og genanvendelse	41%	4
Kemiske stoffer (fx påvirkning af naturen)	38%	5
Landbrug, skovbrug el. fiskeri (produktion el. forurening)	35%	6
Forbrug og miljø	34%	7
Industri (fx produktion el. forurening)	32%	8
Jordforurening	30%	9
Naturlige kredsløb (fx kulstof, kvælstof el. fosfor)	30%	10
Fødevarer og sundhed (fx forurening el. kemiske stoffer)	29%	11
Truede dyre- og plantearter	28%	12
Fødekæder i naturen	21%	13
Undersøgelse af naturen	19%	14
Ressourcer (fx forbrug, fornyelige og ikke fornyelige)	10%	15

Figur 5. Undersøgelsen havde en bevidst overrepræsentation af skoler med Grønt Flag (14 ud af 39).

Denne oversigt er bemærkelsesværdig set med en biologilærers eller en fysik/kemilærers øjne. Resultaterne kan sammenholdes med læseplanernes indhold og misforholdet er tydeligt. En del skyldes givetvis mange elevers svigtende hukommelse, men det kan ikke bortforklare resultaterne. Det er en lille trøst for fysik/

kemilæreren at energi kommer så højt, selvom det burde have været tæt på 100%.

På trods af ovenstående alvorlige punkter er det i biologisammenhæng at mange naturfaglige udviklende projekter sættes i gang på skoler. Med afsæt i miljøinteressen kaster skoler sig ud i krævende og udviklende projekter med "Coast Watch", "Grøn Skole" og miljøcertificering. Skolerne kan tage initiativ til disse projekter og få dem solidt forankret og omfattende alle klasser, hvis de gøres til en del af skolens læseplan. I det omfang projekterne på forsvarlig vis kan varetage nogle af de grundlæggende områder i læseplanen for biologi, kan det blive en konstruktiv og engagerende vej for fagområdet.

Den seneste justering af Folkeskoleloven fra april 2003 satte nye rammer for biologi på en form der kan ændre situationen ganske meget. Tidsrammen på 9. klassetrin blev øget med 30 timer, hvad der svarer til én lektion ugentligt. Desuden skal eleverne i slutningen af 9. klasse til Folkeskolens Afgangsprøve i biologi og fysik/kemi samlet.

8.3 Geografi

Undervejs er undersøgelsen "Geo-spørg '98" (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000) med omhu citeret flere gange. Imidlertid anføres af forfatterne en problemstilling ved undersøgelsen. *"Vi udsendte kun to skemaer per skole, og de fleste har netop afleveret to skemaer, men nogle store skoler har jo flere end to geografilærere og kun få af dem har kopieret og afleveret flere end to skemaer. (..) Vi kan ikke udelukke, at det er de mest geografiinteresserede, herunder dem med linjefag, der har svaret, så der kan være en mindre overrepræsentation af linjefagsuddannede lærere i undersøgelsen."* (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 20).

Undersøgelsen har af praktiske årsager valgt at have skolenummeret som udgangspunkt for udvælgelsen. Herved bliver der en overrepræsentation af elever fra mindre skoler og underrepræsentation af elever fra skoler, der har en betydelig del af

landets elever. Man kan frygte at nogle af de kritiske punkter undersøgelsen peger på har konsekvens for en betydelig del af elever i danske skoler.

Lærerkvalifikationerne i geografi opgøres til at "... 39% af de mandlige lærere har linjefag i geografi, mens det kun gælder for 26% af de kvindelige lærere." "Der skulle ellers være nok kvalificerede at tage af" ... hvilket undersøgelsen fra 1991 også dokumenterer. "Næsten 28% af lærerne havde linjefag i geografi, og geografitimetallet udgjorde 2,3% af skolens samlede timetal, så der skulle være nok lærere til at dække det." (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 1 og 20).

Undersøgelsen "Geo-spørg '98" kommer med et blandet budskab. På den ene side er geografilærere gode til "...at forstå faget...", "...til at bruge faghæftet", "... variere deres brug af undervisningsmateriale, og ... i vidt omfang supplere lærebogsstof med aktuelt og opdateret stof", "...på vej i at udnytte IT og Internettet", "... er glade for deres fag og for at undervise i det." (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 7).

På den anden side er geografilærere mindre gode til "at variere udbuddet af arbejdsformer, specielt er de mindre gode til at arbejde praktisk eksperimentelt og problemorienteret, - at anvende varierende evalueringsformer, - at få emnerne på årsplanen til at afspejle det centrale perspektiv i geografi, nemlig menneskets samspil med naturen, - udnyttelse af IT er stadig ret traditionelt (færdige programmer og Internet), og de ikke er kommet langt med mediets kreative muligheder." (Jensen, Møller, Nielsen, & Laigaard, 2000, side 7). Dertil må lægges at der benyttes ekskursioner i alt for ringe grad. "Under halvdelen af klasserne kommer ud overhovedet, hvad enten det er (for) få timer eller en hel dag." (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 3).

"Geo-spørg '98" kommer med en række anbefalinger. Flere af dem svarer til anbefalinger fra LUNT-undersøgelsen. En er dog vigtig at nævne, nemlig spørgsmålet om afgangsprøve som afslutning på faget geografi, der behandles grundigt. Spørgs-

målet om afgangsprøve i faget har i kredsen af fagdidaktikere været livligt debatteret. Status for faget anses for lav fordi faget ikke afsluttes med en prøve. Tilsvarende kan det være årsagen til at lærere mener at skoleledere tillægger faget lav status.

8.4 Fysik/kemi

Faget har en høj status i skolen blandt ledere og lærere. Cirka 60% af lærerne er linjefagsuddannede, men situationen bliver kritisk de kommende år, hvor op mod 2/3 af folkeskolens fysik/kemilærere skal udskiftes i løbet af de næste 15 år med et særligt stort pres den kommende tiårs periode (Egelund, 2002a, side 24). Det skal bemærkes at linjefagsuddannede lærere har flere timer end lærere der ikke har linjefagsbaggrund.

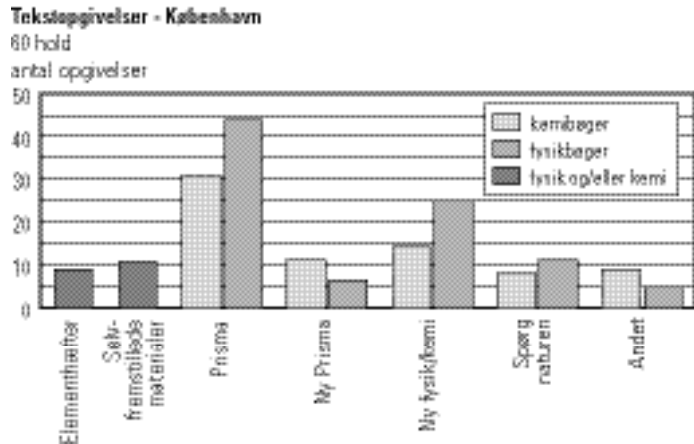
Vanskelighederne ligger i fagets undervisning. I en kvalitativ undersøgelse giver elever et dobbelttydigt udtryk for opfattelsen af faget. *“En gruppe af elever giver indtryk af, at de generelt ikke bryder sig om fysik/kemi, samtidig med at de fremstiller det at lave forsøg som mere spændende end den øvrige undervisning.”* (Broch & Egelund, 2002a, side 80).

Som en udløber af TIMSS-undersøgelsen gennemførtes en undersøgelse af hvilke faktorer der påvirker unge positivt eller negativt i forhold til fysik/kemi. Undersøgelsen peger dermed på at elever ikke bare over en kam fravælger fysik- og kemifag som værende umulige, kedelige og uden relevans for dem selv, men at der faktisk finde mange nuancerede overvejelser til naturfagene.

Mere generelt vurderet er elever meget positive over for forsøg i undervisningen, men de har svært ved at kæde det praktiske arbejde til teorien. Samtidig udtrykker eleverne en kedsomhed i undervisningen og en manglende forståelse af relevans i undervisningens indhold.

Undervisningsmaterialerne i faget er domineret af to lærebogssystemer. *“De to systemer dækker tilsammen mere end 90% af*

svarene” (Egelund, 2002a, side 60). Det er kun i mindre grad der anvendes andre bøger som kunne variere undervisningen til glæde for eleven og til udvikling af lærerens egen praksis.



Figur 6.

Diagrammet er hentet fra Undervisningsministeriets publikation med evaluering af årets afgangsprøve i faget. (Undervisningsministeriet, 2001).

Vanskelighederne ved de to lærebogssystemer er ikke mindst knyttet til sammenhængen mellem grundbog og kopiark/arbejdsbog. Arbejdsarkene, der skulle være et oplæg til en undervisning med en alderssvarende naturfaglig arbejdsform, er blevet til fantasiløs udfyldning af færdigt udformede skemaer. Fysik/kemiundervisning er blevet til noget, som en yngre kollega meget rammende kalder 'orddiktat' eller 'udfyldningsdiktat'. Generelt set er der behov for en grundig debat blandt fysiklærerne om mål og indhold i undervisningen samt om hvorledes arbejdsformen i klassen kan blive langt mere varieret og bringes i takt med den øvrige skoles arbejde.

9 Fokus 8: Evaluering

Hvorledes evaluering foregår i naturfagenes undervisning er ikke enkelt at beskrive. En ganske betydelig løbende evaluering af forløbet af undervisningen i klassen er en del af lærerkulturen i folkeskolen. Disse år ofres en del kræfter på at lære eleverne hvorledes de selv løbende evaluerer deres arbejde. Anvendelsen af logbøger og lignende er nogle af disse evalueringsskemaer.

Hvorledes læreren evaluerer undervisningen, har der været spurgt om i alle fire undersøgelser. I disse undersøgelser er det vigtigt at skelne mellem evaluering af lærerens undervisning og evaluering af elevens arbejde/udbytte.

I natur/teknik evalueres, men “... undersøgelser peger på, at lærerne viser en stor usikkerhed i forbindelse med evaluering i undervisningen. Det gælder såvel evaluering af undervisningsforløbene som evaluering af den enkelte elevs udbytte.” (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 94).

I undersøgelsen “Geo-spørg ‘98” spørges: Hvordan evaluerer du?

Egne refleksioner	Klassesamtale	Skriftlige opgaver	Samtale med den enkelte elev	Andre måder
108	231	144	104	60

Også her kunne læreren sætte kryds flere steder, så der er mere end 309 svar. Den mest benyttede form er klassesamtalen, som 75% af lærerne benytter. Det er vel naturligt at man efter et forløb snakker om hvordan det er gået. Spørgsmålet er om det siger så forfærdelig meget om hvad den enkelte elev har fået ud af det? Knap halvdel af lærerne benytter da også skriftlige opgaver, mens 1/3 snakker med den enkelte elev. (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 29).

Undersøgelsen om fysik/kemilæreres syn på deres undervisningssituation spørger hvordan læreren evaluerer sin egen undervisning. Svarmulighederne var: Sjældent - Ved afslutningen af skoleåret - I forbindelse med forældresamtaler - Flere gange i et undervisningsforløb - Ved slutningen af et undervisningsforløb. Resultaterne "... viser det bemærkelsesværdige fund, at det hyppigste svar er sjældent, mens det i øvrigt er ved slutningen af skoleåret og i forbindelse med forældresamtaler, at der evalueres." (Egelund, 2002a, side 67). Et andet spørgsmål gjaldt elevernes præstationer hvorom det kommenteres: "Det relativt hyppigste er altså, at der evalueres ved skriftlige opgaver til eleverne, mens det sjældneste er, at man bruger elevernes noter eller logbøger." (Egelund, 2002a, side 68).

9.1 Prøver i fagene

Afgangsprøver i fagene er et kritisk emne. Fysik/kemi har i øjeblikket prøver med en meget velfungerende eksamensform udviklet over en periode på syv-otte år. Nogle mener at når fysik/kemi afsluttes med en 'autoriseret' prøve, giver det faget en højere status. Det har konsekvenser for fagets almene 'omdømme' blandt eleverne og prioritering af skoleledere, hvad angår økonomi, lærertilknytning og efteruddannelse. Sandt er det at faget har særlig opmærksomhed ved fagfordeling og læreransættelser ('autoriserede' lærere til denne undervisning er vigtigt).

Undersøgelsen "Geo-spørg '98" gjorde meget ud af dette spørgsmål, og resultaterne viser en splittelse i holdningen til prøver i faget. "Størsteparten af lærerne er enige i, at det er godt at foretage hyppige evalueringer af geografiundervisningen. Enigheden hører op, når der spørges til afsluttende prøve (eksamen), idet der er stor uenighed i opfattelsen af, om en eventuel prøve vil ændre elevernes interesse for faget eller hæve undervisningens kvalitet." (Jensen, Møller, Nielsen & Laigaard, 2000, side 2).

Biologiundersøgelsens behandling af evalueringsaspekter (Breiting, 2001) er endnu ikke publiceret.

LUNT-undersøgelsen tager mere generelt fat på spørgsmålet, og der er da heller ikke tale om at indføre afgangsprøve i faget. Alligevel kan der være behov for at udvikle nye initiativer, fordi evaluering har et perspektiv ud over den enkelte klasse og det enkelte undervisningsforløb. *“Det er vigtigt at pege på den manglende danske tradition for evaluering, eksamen og prøver inden for naturfagene, både skriftligt og mundtligt (fysik/kemi 9.-10. kl. undtaget). Der må således udvikles nye evalueringsformer, der kan udvikle naturfagene på skolen. Eksternt fastlagt evaluering må respektere, at ansvaret for skolen er decentralt placeret. Kommunerne har det økonomiske ansvar og lærere, skoleledere og skolebestyrelser har hver deres del af det pædagogiske, ledelses- og samarbejds-mæssige ansvar.”* (Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997b, side 95).

10 Fokus 9: Udviklingsarbejde i folkeskolen

Folketinget har vedtaget et udviklingsprogram: “En skole i bevægelse”. Her er syv områder fremhævet:

- 1) Udvikling af naturfag
- 2) Prøve- og arbejdsformer
- 3) En mere sund livsstil
- 4) Tryghed for alle
- 5) Frihed med fællesskab og udfordringer
- 6) Flere aktive forældre
- 7) Lokale løsninger.

Der er afsat 25 mill. kr. de næste fire år. Beløbet er ingen herregård når der satses over et så bredt område, og når undervisning på grundskoleområdet lægger beslag på så store ressourcer i milliardklassen. De 25 mill. kr. svarer årligt til lidt under 9 kr. pr. elev. Arbejdet i folkeskolen sker lokalt, og udvikling af undervisningen er først og fremmest en kommunal opgave. Centrale tiltag kan måske give ideer til hvad der skal arbejdes med som indsatsområder, men skal en udvikling føre til et skift i den daglige undervisning, må skoler få en lokal innova-

tiv karakter. Udvikling af nye initiativer kræver lokalt en rummelighed i forståelsen af hvad der er god undervisning og samtidig en udstrakt forståelse for heftig selvkritik. Udviklingsarbejde må kobles med efteruddannelse og netværksdeltagelse.

Det er bemærkelsesværdigt at Danmarks Lærerforening i kommentarer til forliget om ændringer i folkeskoleloven om en styrkelse af naturfagene understreger behovet for en *'massiv satsning på efteruddannelse på området'*.

Ændringer i skolen kræver en omfattende indsats. Udviklingsarbejde, efter- og videreuddannelse, netværksløsninger, lokale faglige konferencer etc. kan medvirke til at øge udviklingstakten i skolen. Men det kræver en meget omfattende indsats, og ressourcerne er ikke ubegrænsede. I sidste ende er det et spørgsmål om politisk prioritering for at den fornødne fornyelse kan realiseres.

11 Afsluttende kommentar

Undervisningen i skolens naturfag har skiftet karakter over de seneste 20-25 år. Mange meget forskellige faktorer er årsag hertil. Et af de primære skift er læreren, der for 25 år siden kunne være faglærer med en marginal position fagligt set i skolens lærergruppe. (De kunne udmærket være særdeles velansete og respekterede for deres personlige kvalifikationer.) Tilsvarende havde fagene en marginal betydning i elevernes skolehverdag. Der kunne være enkelte elever for hvem det var det vigtigste fag, men i det store og hele var det småfag for flertallet af eleverne i deres skolearbejde.

Nutidens lærere i naturfag bør være kernelærere med betydning for meningsdannelsen, for skolens almene pædagogiske debat og linie. Lærerne kan medvirke i den langsigtede opgave omkring en enkelt klasse og i tæt sammenhæng hermed varetage fagspecifikke opgaver. Denne dobbelthed i lærerens opgave kan styrke en pædagogisk og dermed også en fagdidaktisk debat samt en udvikling af sammenhæng i elevernes skolegang.

Naturfag kan være i gang med at skifte fra et interessant fag for de få til et virkelighedsnært område for de fleste.

Der er et stort behov for debatten om og udvikling af naturfagene hver især, om sammenhæng mellem fagene i elevernes undervisning og i lærernes arbejde, om progression i skolens arbejde fra bh. kl. til 9.-10. klasse, om mange enkelte sider af didaktikken, fx evaluering. Det vigtigste er måske en langt mere nuanceret og målrettet prioritering af tid. Mere tid til undervisning og mindre tid til samarbejde vil sandsynligvis få kvaliteten til at falde. Debatten må foregå på skolerne og i kommunerne for at det kan få gennemslagskraft. Det er et åbent spørgsmål om centrale initiativer som fx 'Klare Mål' har nogen indflydelse overhovedet. Indfører en skole ord og indhold svarende til 'Klare Mål' i en sammenhæng med en lokalt udviklet plan for undervisningen, vil debatten blive stærkt meningsskabende og hverdagen langt bedre knyttet sammen med de politisk fastsatte fælles mål.

12 Referencer

Andersen, Annemarie Møller, Dragsted, Søren, Nilsson, Dorte & Sørensen, Helene (1997a). *Foreløbig rapport fra LUNT-projektet*. København: Danmarks Lærerskole.

Andersen, Annemarie Møller, Dragsted, Søren, Nilsson, Dorte & Sørensen, Helene (1997b). *Natur/teknik på vej - hvorhen?* København: Danmarks Lærerskole.

Andersen, Annemarie Møller, Egelund, Niels, Jensen, Torben Pilegaard, Krone, Michael, Lindenskov, Lena & Mejding, Jan (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: AKA, DPU og SFI-Survey.

Breiting, Søren (2001). "UndervisningsNYT 1" www.undervisningsnyt.com.

Broch, Tordis & Egelund, Niels (2002a). *Elevers interesse for naturfag og teknik et elevperspektiv på undervisning* (Vol. 1). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Broch, Tordis & Egelund, Niels (2002b). *Et forældreperspektiv på naturfagsundervisning - delrapport i projektet "Elevers interesse for naturfag og teknik"* (Vol. 3). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Dragsted, Søren (1998). "Skolens naturfaglige kultur". *Kvan*, 18 (52), 89-97.

Dragsted, Søren (1999). "Skolens rum for naturfaglighed". I Kirsten Borberg, Søren Dragsted, Lisser Rye Ejersbo & Jette Kantsø (Eds.), *Skolens rum* (Vol. 11, pp. 29-32). København: Danmarks Lærershøjskole.

Dragsted, Søren & Kantsø, Jette (1999). "De ringe, de trange og de umage rammer". I Kirsten Borberg, Søren Dragsted, Lisser Rye Ejersbo & Jette Kantsø (Eds.), *Skolens rum* (Vol. 11, pp. 7-12). København: Danmarks Lærershøjskole.

Egelund, Niels (2002a). *Fysik/kemilæreres syn på deres undervisningssituation i danske skoler - en kvantitativ undersøgelse*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Egelund, Niels (2002b). *Hvad er forskellen på 15-16 årige elever med gode og mindre gode kundskaber i naturfag og teknik?* (Vol. 4). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Egelund, Niels & Broch, Tordis (2002). *Naturfag og teknik - hvad ved vi i dag om elevinteresser, om forudsætninger for undervisning og om resultater?* (Vol. 2). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Grønsved, Winnie, Simsen, J., Jensen, B., Egelund, Niels & Jørgensen, Per Schultz (1998). *Rapport 1. Ønsker til fremtidig efteruddannelse*. København: Danmarks Lærershøjskole.

Husmer, Lis (2002). *Elev 2002 - Unges kendskab og holdning til økologi*. København: Forlaget Pegasi.

Jensen, Mogens Lerbech, Møller, Jens Peter, Nielsen, Kirsten & Laigaard, Bjarne (2000). *Geo-spørg '98*. Brenderup: Geografforlaget.

Kirkeby, Inge Mette (Ed.). (1998). *Rum Form Funktion i folkeskolen*. København: Byggedirektoratet, Undervisningsministeriet, Kulturministeriet.

Schultz, Majken (1990). *Kultur i organisationer* (Vol. Serie 0, Nr. 15). København: Handelshøjskolens Forlag.

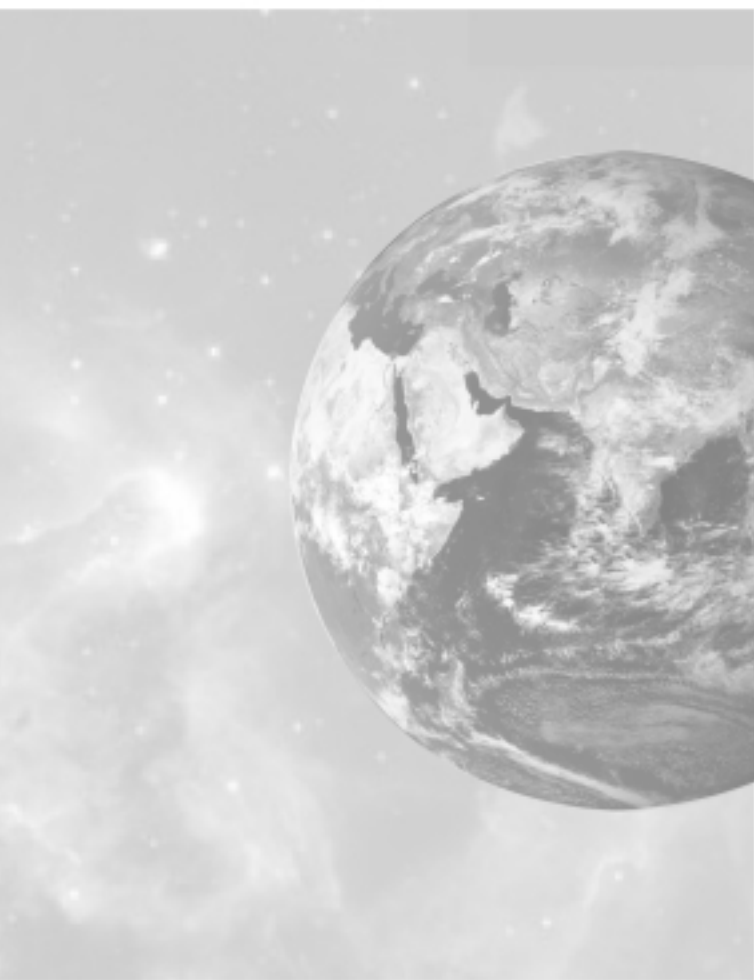
Thomsen, Anders V. (2002), *Hvad ved 15-årige om gener og bioteknologi og hvad bør de vide?*, København : Danmarks Pædagogiske Universitet, 114 s.

Undervisningsministeriet (2001). *Prøver, Evaluering, Undervisning 4* (Vol. 10-2001). København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet (2002). *Klare mål - Biologi - Faghæfte 15* (Vol. 8 - 2002). København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet (2003). "Undervisningsministeriets Nyhedsbrev/1, Om fornyelsen af Folkeskolen", København: Undervisningsministeriet.

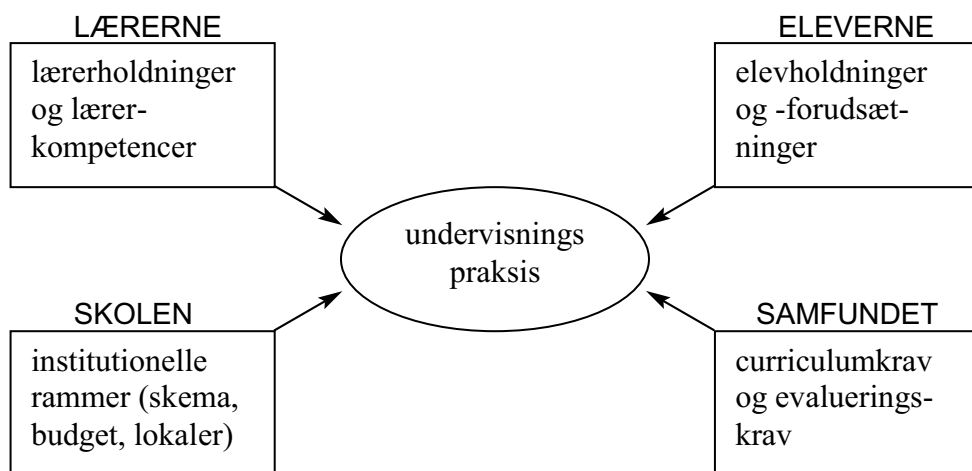




Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne

Af Jens Dolin

Enhver lærer tilrettelægger sin undervisning efter de ideer vedkommende bærer med sig om undervisning, ud fra de muligheder omgivelserne giver og for at opfylde nogle af andre stillede krav. Der er således ganske mange faktorer som påvirker undervisningsrummet - og som indgår i et kompliceret spil. Følgende figur viser de væsentligste kategorier:



Figur 1. Kategorier som påvirker undervisningspraksis.

Jeg vil først omtale hvilke fagsyn og undervisningssyn der råder blandt lærerne i de naturvidenskabelige fag, og hvilke faglige og pædagogiske kompetencer lærerne har. Dette felt vil jeg udfolde mest fordi det giver baggrund for at forstå hvorfor praksis er som den er, når jeg gennemgår hvilke konkrete undervisningsformer (herunder evalueringsformer) der er dominerende, og hvilket undervisningsmateriale der anvendes.

Herefter vil jeg se på elevholdninger og -forudsætninger og til sidst en række forhold vedrørende curriculumkravenes betydning og de institutionelle rammers muligheder og begrænsninger.

Fremstillingen er baseret på eget kendskab til feltet gennem forskning og samtaler med lærere, elever og en række for faget centrale personer (fagkonsulenter, formænd for faglige foreninger), tilgængelige danske undersøgelser²¹ samt udenlandsk forskning der kan kaste lys på danske forhold.

Det skal straks slås fast at det er en grov forenkling at omtale alle naturvidenskabelige fag under et. Der er inden for mange af de behandlede områder ganske store forskelle mellem fagene (fx mellem fysik og biologi) og også på de forskellige dele af de enkelte fag. De fleste eksempler stammer fra fysik (som er det mest dokumenterede fag), men de øvrige naturvidenskabelige fag er medtænkt. Artiklen er desuden centreret om det almene gymnasium med perspektiveringer til htx. Der er forsøgt anlagt en kritisk, men solidarisk vinkel over for fagene og deres udøvere.

1 Lærernes forestillinger og kompetencer

Læreren er den dominerende person i undervisningsrummet. Det er læreren som sætter den faglige scene, og lærerens forestillinger om læring, undervisning og fag vil præge alle de andre forhold og agenter i sit eget billede. Enhver grundlæggende ændring af undervisningen forudsætter at disse forestillinger ændres. Kendskab til, bevidsthed om og aktiv arbejde med opfattelser og holdninger er derfor afgørende nødvendigt for at ændre praksis.

21) Specielt GFII om undervisningsstil og læringsudbytte i fysik (Krogh & Thomsen, 2000), opfølgningen GFIII (Krogh, Arnborg & Thomsen, 2001), EVA-rapporten om fysik i skolen (Evalueringsinstitut, 2001), Foreløbig rapport over forsøg med fysikundervisningen i skoleårene 2000/2001 og 2001/2002 (Angell m.fl., 2002) og Kemi i gymnasiet og på htx - elevernes oplevelser og holdninger til 1.g/1.htx (Andersen & Nielsen, 2002).

1.1 Lærernes forestillinger om læring og undervisning

Lærere opbygger deres undervisningsmiljø i overensstemmelse med deres læringssyn som det er udviklet af de erfaringer med faget som de selv har haft indtil undervisningstidspunktet. Der er i det sidste årti foretaget en række undersøgelser inden for den såkaldte fænomenografiske forskningstradition af læreres opfattelser af god undervisning. (Kember, 1997) sammenfatter 13 forskellige studier af primært universitetslæreres **opfattelser af undervisning**. Han finder stor overensstemmelse mellem resultaterne som kan indplacere lærerne i to hovedkategorier og en sammenbindende kategori:

- **Lærercentreret/indholdsorienteret**

Her fokuseres på kommunikationen om og af en veldefineret vidensmængde.

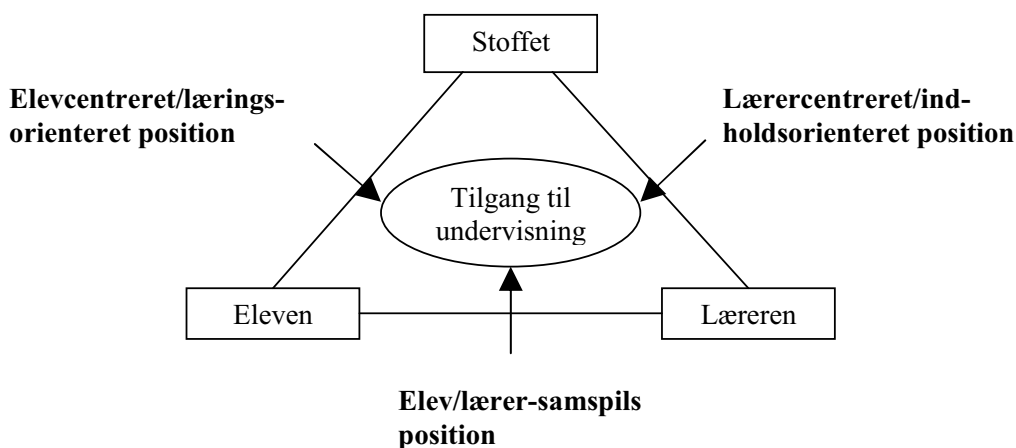
- **Elev-lærer samspil**

Dette er en sammenbindende kategori som betoner vigtigheden af et samspil mellem lærer og elev ofte i form af at eleven skal tilegne sig lærerens ekspertise gennem en læringsmæssig praksis.

- **Elevcentreret/læringsorienteret**

Her fokuseres på elevens læring og begrebsdannelse gennem eget arbejde med stoffet.

De tre forskellige tilgange til undervisning kan indpasses i den didaktiske trekant som udgøres af læreren, eleven og faget (stoffet):



Figur 2. Den didaktiske trekant.

De tre forskellige holdninger til undervisning vil naturligvis give sig udslag i forskellige måder at tilrette den faglige praksis på.

Den lærercentrerede/indholdsorienterede position har *lærerfagligheden* i centrum. I sin rendyrkede form formidler læreren de fagligt kanoniserede sandheder som eleven så må forsøge at til egne sig. Eleven er objekt for undervisningen, der kan spænde fra en relativt ubearbejdet videregivelse af lærerens viden til en didaktisk tilrettelagt undervisning i stoffet.

Den elevcentrerede/læringsorienterede position har *elevfagligheden* i centrum. Udgangspunktet er her elevens opfattelse af stoffet, og denne opfattelse må bringes i kontakt med den etablerede faglighed gennem de af læreren planlagte processer. Det er et typisk konstruktivistisk læringssyn.

Elev-lærer-samspils positionen kan siges at udgøre en *almenpædagogisk* tilgang til undervisning. Læreren indgår i et samarbejde med eleven, og elevens personlige udvikling kan sættes over det faglige indhold. Kategorien opfattes af Kember som en midlertidig opfattelse, hvor læreren fx gerne vil have eleven til selvstændigt at undersøge noget, men inden for det lærerde-

finerede indhold. Fra at tage udgangspunkt i egen viden bliver eleven derfor centrum i lærerens bestræbelser, og læreren vil herigennem ofte indse nødvendigheden af at være bevidst om elevens forståelse og viden. Almenpædagogiske forhold får en fremtrædende plads. (Marton & Booth, 1997) giver en række eksempler med især folkeskolelærere der er mere optagne af atmosfæren i klassen end af den viden og indsigt der ligger i faget; de fokuserer på eleverne og processerne i klassen snarere end indholdet.

De tre positioner kan siges at være baseret på hver sit **lærings-teoretiske grundlag**. Meget skematisk udtrykt er lærer-stof relationen udfoldet i praksislæringsteorier (hvor læreren som mesteren gennemgår teori og opgaveløsninger ved tavlen, og eleverne forsøger at eftergøre det, læring sker så ved learning by (efter!) doing), elev-stof relationen central i konstruktivistiske læringsteorier (hvor læringen ligger i den personlige meningssættelse af stoffet) og elev-lærer relationen forankret i psykodynamiske læringsteorier (hvor læringen bæres af elevernes ønske om at spejle sig i lærerens personlighed). Læring indebærer utvivlsomt et samspil af alle tre læringstilgange, og en undervisning som udelukkende trækker på den ene, vil have et ringe læringspotentiale for eleverne.

Det virker rimeligt at antage at en relativt større gruppe lærere i naturfagene end i andre fag vil kunne karakteriseres som *transmitterende* lærere der lægger vægten i undervisningen på overførsel af viden, dvs. underviser ud fra en lærercentreret/indholdsorienteret position. Årsagen skal sikkert findes i fagopfattelsen - det at fagene repræsenterer en række uomgængelige og faste sandheder som ikke kan gøres til genstand for tolkning. Dette skal ses i modsætning til den i andre fagområder mere udbredte *tolkende* lærerrolle der i højere grad forsøger at fremme elevernes egne refleksioner over de fænomener og problemer der skal bearbejdes, altså arbejder med en elevcentreret/læringsorienteret tilgang. GFII undersøgelsen viser således at 57% af de spurgte fysiklærere prioriterer et produktmål som "paratviden i form af begreber" (Krogh og Thomsen,

2000, s. 37). Det skal straks understreges at diskussioner om hvorvidt lærere i naturvidenskabelige fag i højere grad end andre lærere kan siges at være transmitterende, er ret uinteressant. Det vigtige er at relativt mange *er* det (og det gælder helt sikkert også lærere i andre fagområder).

En undervisning med vægt på overførsel af en given, autoriseret og indiskutabel viden har imidlertid et **lavt læringspotentiale**. Elever vil i en sådan form for undervisning være mindre motiverede til at gå i dialog med stoffet. De bliver så at sige ikke inviteret med til en samtale om stoffet hvor der er plads til deres mening - og derfor vil mange ikke udvise det for læringen nødvendige engagement og sætten sig i spil i forhold til det der skal læres. Man går ikke i dialog med noget der ikke inviterer til det. Det er jo en af konstruktivismens grundlæggende teser at læring foregår i den proces hvor den lærende indgår i en tolkende og meningsmodificerende vekselvirkning med det der skal læres. Der skal bygges bro mellem elevens egne meninger og opfattelser og de i videnskabskredse accepterede sandheder.

1.2 Lærernes forestillinger om fag

Lærerne er de umiddelbare tolkere af læsepensum, og de vil hver især præsentere deres elever for et forskelligt pensum og give forskellige opfattelser af hvad der skal læres i faget. Katharine Patrick har i sin ph.d.-afhandling (Patrick, 1998) foretaget en grundig undersøgelse af hvorledes australske historie- og fysiklærere i 12. klasse ser på undervisning i deres fag. Fysiklærerne faldt i tre grupper som meget skematisk og kortfattet kan karakteriseres ved at mene at:

- Fysik er et spørgsmål om at *kunne manipulere ligninger*. Eleverne skal kunne “bruge”, “gøre”, “udregne”, “finde”.
- Fysik er *en samling teorier*. Eleverne skal kunne “genkende”, “anvende”, “forsimple”.
- Fysik handler om at *forstå vores omverden*. Eleverne skal kunne “indse”, “tolke”, “mene”.

Lærere har naturligvis aspekter af alle tre opfattelser med i deres overvejelser over undervisning i faget. Men de to første er dominerende og lægger op til en **opfattelse af faget** som værende en vis fond af viden som eleverne skal tilegne sig. Dette er naturligvis en opfattelse der er farvet af lærernes egen gymnasietid, deres universitetsstudier og det skolesystem de virker i. Der er således en stor holdningsmæssig inerti i undervisningssystemet, og de dominerende fagopfattelser i naturvidenskaberne lægger stor vægt på de vidensformidlende og regnetekniske sider af faget (Donnelly, 1999) og stort set ikke på holdning og handling.

Dette forstærkes af at mange naturvidenskabslærere ikke skelner principielt mellem **videnskabsfag og skolefag**. Skolefaget ses som et neddrolet videnskabsfag med de samme ideale krav og samme formål, nemlig at lære faget for fagets egen skyld (frem for fx at opfylde nogle bredere dannelses- eller demokratiseringsmål). Mange lærere ved htx kommer dog med professionsuddannelser som farmaceut, ingeniør, bromatolog o.l., og disse lærere vil nok mere kunne inddrage fagenes anvendelses-sider i den praktiske hverdag.

Endelig er undervisningen i høj grad præget af lærernes **epistemologiske grundsyn** eller måske snarere manglende klargørelse for sig selv og eleverne om hvilken status de opfatter den naturvidenskabelige viden har, og hvorledes de mener naturvidenskabelig viden opstår. Dette kan give anledning til en undervisning som, ofte implicit, forfægter en ren empirisme eller ukritisk positivisme (Abell & Eichinger, 1998). En inddragelse af (simple) videnskabsteoretiske aspekter i undervisningen gennem spørgsmål som “hvad er en naturvidenskabelig forklaring?”, “hvornår er noget sandt i naturvidenskab?”, “hvad afgør hvad der forskes i i naturvidenskab” o.l. vil kunne bevidstgøre både lærere og elever og give plads til mere tolkende processer i de naturvidenskabelige fag (Matthews, 1998).

1.3 Lærernes faglige og pædagogiske kompetencer

Lærerne i de naturvidenskabelige fag er generelt **fagligt stærke**. De har en solid akademisk uddannelse som har udviklet såvel teoretiske som eksperimentelle kompetencer. Enkelte lærere som underviser i naturfag for sproglige i det almene gymnasium kan føle en vis faglig usikkerhed i det tredje fag som de har måttet tilegne sig efter kandidateksamen, specielt på det eksperimentelle område. Men generelt ses en faglig styrke kombineret med en stor interesse for og optagethed af faget. Derimod synes de **pædagogiske og fagdidaktiske sider** af undervisningen ikke på samme måde at have lærernes opmærksomhed (Evalueringsinstitut, 2001, s. 260). Lærerne (her i fysik) søger ikke pædagogiske/fagdidaktiske kurser i nær samme omfang som de rent faglige - de pædagogiske kurser der udbydes, må endda ofte aflyses. Især lærere som opfatter sig som fagformidlere, vil ofte have svært ved at se nytten og relevansen af pædagogiske teorier og vil klart foretrække et fagligt kursus frem for et pædagogisk.

Om lærerne i de naturvidenskabelige fag deltager i mindre omfang i **efteruddannelse** end andre lærere er næppe muligt at opgøre, men fx har 40% af fysiklærerne ikke deltaget i et efteruddannelseskursus inden for de seneste år (Evalueringsinstitut, 2001, s. 249), og det må absolut set være for lidt! Billedet har dog mange nuancer, fx har der hvert år i ca. 20 år været afholdt et fagdidaktisk kursus i kemi (Hindsgavl-kurset) med plads til ca. 50 kursusdeltagere. Det har hvert år været fuldt belagt og flere år overtegnet.

2 Undervisningsformer og undervisningsmateriale

De nævnte forestillinger om fag, læring og undervisning slår igennem i undervisningens gennemførelse. De arbejdsformer læreren foretrækker, undervisningsmaterialet, klassemiljøet, evalueringsformer osv. vil afspejle de grundlæggende forestillinger om hvad der er det centrale ved faget, og hvordan det læres.

2.1 Undervisningsformer

“Fysikundervisningen er karakteriseret ved et meget begrænset udbud af arbejdsformer og aktiviteter ... Dagligdagen består i alt væsentligt af lærermonolog/lærerstyret samtale” konkluderer GFII rapporten (Krogh og Thomsen, 2000, s. 64). Dette er et meget kategorisk udsagn som nok vil støde mange lærere, men i hvert fald inden for de hårde naturvidenskaber er der i det almene gymnasium belæg for at sige at lærerstyret **klasseundervisning** dominerer (se fx Evalueringsinstitut, 2001, s. 141), oftest som traditionel tavlegennemgang der af lærerne opfattes som en hurtig og sikker metode til stofformidling. Mange elever er også glade for en solid lærergennemgang (de føler at de lærer noget), mens mange (gerne de samme!) føler at klasseundervisning fylder for meget og er kedelig.

Udgangspunktet for undervisningen er ofte systematisk (videnskabscentreret) frem for tematisk (problemorienteret). Lærernes faglighedsopfattelse byder dem at opbygge det fornødne faglige grundlag før eleverne slippes løs på et problem - træningen kan ofte blive så omfattende at de slet ikke kommer i aktion, i hvert fald ikke før motivationen er dalet betydeligt.

Egentligt **projektarbejde** forekommer i det almene gymnasium i fysik på obligatorisk niveau primært i forbindelse med længe-revarende eksperimentelle forløb, hvor der udvises stor kreativitet, og hvor den faglige spændvidde er meget stor. De bliver dog (i hvert fald i fysik) kun sjældent opgivet til eksamen og fremstår derfor som en oase løsrevet fra den traditionelle undervisning. Mange temaforløb i fagene kan naturligvis have projektkarakter, og det er i det hele taget et område hvor der høstes mange erfaringer.

Htx har i højere grad indbygget projektforsøg som en integreret del af undervisningen. I fysik er det et krav at der arbejdes med et eller flere problemorienterede projekter, og i fagene teknik og teknologi (der fylder ca. 25% af den samlede undervisning) arbejder eleverne oftest med selvvalgte projekter. Disse

projekter virker motiverende på eleverne og opfattes som fagligt givende af såvel elever som lærere.

Det **eksperimentelle arbejde** er jo et af de naturvidenskabelige fags vigtigste særkende, og det tillægges meget stor betydning af lærerne. Det eksperimentelle arbejde domineres af de klassiske forsøg der ofte udføres som kagebogsforsøg, dvs. lukkede forsøg efter en detaljeret vejledning hvor der kun kan forventes ét udfald. Dette kan skyldes at mange lærere anvender eksperimenter som formidling af kernestof (og ikke som indøvelse af en eksperimentel metode) og samtidig anser åbne eksperimenter som værende for tidskrævende og for svære for eleverne. Det må dog pointeres at det eksperimentelle område er et felt hvor der udvises megen kreativitet og udviklingslyst, og der er mange erfaringer som med fordel kunne udveksles mellem lærerne.

Selv om eleverne oplever øvelserne som en positiv afveksling, mistes utvivlsomt meget af det læringspotentiale som ligger i det eksperimentelle arbejde. Eleverne oplever øvelserne som praktiske oaser i modsætning til timernes teori hvilket kan medføre en tendens til "hands on - mind off". Øvelserne kan i langt højere grad end nu integreres i den daglige undervisning ved at bruge mere tid på elevernes forberedelse og efterbearbejdning i timerne, undlade at udskille selvstændige øvelsestimer, anvende andre og åbne øvelsesformer (fx flere frihedsgrader, take-home labs, mikroskalaforøg, virtuelle eksperimenter) osv.

Hovedparten af det **skriftlige arbejde** består af opgaveregning og rapportskrivning. Selv om der har været et stort udviklingsarbejde med andre genrer - formidlingsopgaver, essayskrivning, selvformuleringsopgaver, begrebskort, logbøger, refleksionsopgaver osv. - har det ikke slået voldsomt igennem i hverdagen. Rettepraksis og omlægning af det skriftlige arbejde varierer ganske givet meget fra skole til skole. Ofte rettes regnefejl og andre formelle fejl, og generelle problemer tages op i klassen, hvorimod proceskommentarer er sjældnere - evaluering af

det skriftlige arbejde er i højere grad summativ end formativ. De naturvidenskabelige fag i det almene gymnasium kunne utvivlsomt (ligesom andre fag) profitere af at indgå i det skriftlige basiskursus i 1.g.

2.2 Brug af IT

IT har altid indgået naturligt i de naturvidenskabelige fag. Ofte er det lærere fra denne faggruppe der er datavejledere, og lærerne har et afslappet forhold til maskiner og programmel. En række frontløbere har udviklet og arbejdet med datafangst, simulering, beregningsprogrammer osv., og erfaringerne har relativt hurtigt spredt sig. Der er dog stadig et stort uudnyttet potentiale i at integrere småprogrammer (physlets, eksempler fra Internettet osv.) og netbaseret dialog i den daglige undervisning.

2.3 Lærebøgernes dominans

Undervisningsmaterialet er domineret af de etablerede lærebøger. Ofte anvendes tekster fra flere lærebogssystemer, men temahæfter, tidsskriftsartikler o.l. fylder kun lidt, og det er i vid udstrækning de samme der inddrages. Fotokopier og elevfundet materiale er givetvis hyppigere i de valgfri emner og sikkert også hyppigere anvendt i fx biologi end i fysik. En grund til lærebøgernes dominans er uden tvivl skolernes trængte økonomi som betyder at indkøb af dyre grundbøger blokerer for anskaffelse af andre undervisningsmaterialer, og som samtidig forpligter lærerne til altovervejende at benytte bøgerne. Da bøgerne gennemgår alle emner grundigt, har det den uheldige konsekvens at lærerne er tilbøjelige til at alle emner gennemgås i klassen med den samme grundighed hvilket giver lærere og elever følelsen af at skulle dække et urimeligt stort pensum, med tidsnød og manglende fleksibilitet til følge.

3 Elevholdninger og -forudsætninger

Eleverne kommer med både faglige, personlige og holdningsmæssige forudsætninger.

Der er mange myter om de unges (manglende) **interesse for naturvidenskab**. Men alle undersøgelser viser at de er interesserede og nysgerrige, også over for naturvidenskabelige emner og problemer. Denne holdning tages med fra folkeskolen over i gymnasiet. EVA-rapporten viser at 58% af eleverne i det almene gymnasium i høj grad og i nogen grad kan lide fysik i gymnasiet, 32% i begrænset grad og kun 10% slet ikke. Der gælder samme fordeling når man spørger om de oplever faget fysik i gymnasiet som spændende, hvilket er et fald på ca. en tredjedel i den højeste kategori i forhold til folkeskolen og tilsvarende stigning i kategorien “i begrænset grad”. Til gengæld finder en hel del faget sværere i gymnasiet end i folkeskolen - heldigvis!

Eleverne kommer således med en positiv holdning og kan generelt set lide faget, men de kan ikke lide en dårlig undervisning i faget. GFII-undersøgelsen viste hvor påvirkede eleverne er af undervisningen (og selvfølgelig af en række andre faktorer), idet en lille tredjedel fik mere lyst til fysik i løbet af det første halve år med faget, mens lysten aftog for godt en tredjedels vedkommende. Denne udvikling var koblet med hvilken undervisning eleverne var udsat for. Elever oplevede undervisningen mere positivt hvis den fik tilført hvad GFII-undersøgelsen kalder “konstruktivistiske elementer”, dvs. undervisningen tog udgangspunkt i den tidligere omtalte elevcentrerede/læringsorienterede position. Men der er jo ikke nogen patentmetode at undervise efter, og måske opleves undervisningen som engagerende og udbytterig når læreren formår at finde den rette balance mellem de tre lærerpositioner.

Kønspolariseringen i de naturvidenskabelige fag har været et problem som er diskuteret gennem længere tid. Senest har PISA-undersøgelsen vist store kønsforskelle mht. score i drengenes favør, en forskel som Danmark har i modsætning til de øvrige nordiske lande. Drengenes og pigernes engagement i fagene er også forskellige. GFII undersøgelsen viste et højere engagement i fysik hos drengene end hos pigerne. Dette bekræftes i “Kemi i gymnasiet og på htx - elevernes oplevelser

og holdninger til 1.g/1.htx” (Andersen og Nielsen, 2002) som til gengæld viser at pigerne generelt er mere engagerede i kemi end de er i fysik. 56,2% af pigerne har et godt engagement i kemi, mens det kun er 40,1% af pigerne der har det i fysik. Tendensen er stærkere i htx end i gymnasiet.

Der er blandt lærere i de naturvidenskabelige fag en massiv udmelding om at **elevernes faglige forudsætninger** er for ringe. En række screeningsforsøg i fysik og kemi i slutningen af 1990'erne viste at en meget stor del af eleverne havde en svag almen faglig viden og havde svært ved matematisk manipulation, men at langt de fleste kunne gennemføre en eksperimentel måleserie. De manglende elementære færdigheder kan betyde at uforholdsmæssig megen tid går med at indøve matematisk kunnen, lære at skelne symboler og enheder osv., hvilket alt sammen tager tiden fra den egentlige fysik og kemi - og som virker demotiverende. Det er imidlertid nok spredningen og lærernes forkerte forventninger der er det største problem. Eleverne fra folkeskolen kommer med meget forskellige forudsætninger, bl.a. på grund af den store forskel på de enkelte folkeskoleklassers vægtning af kemi og fysik, men selvfølgelig også som en konsekvens af den øgede gymnasiefrekvens. Men mange elever kan meget som ikke inddrages i undervisningen. Der er dog ingen tvivl om at det ville være en stor lettelse for undervisningens gennemførelse hvis majoriteten af elever kom med nogle rimeligt veldefinerede kompetencer.

4 Styringen efter eksamen

Den afsluttende eksamen er vel nok det mest afgørende sigtemål for undervisningen. Og da eksamen i det almene gymnasium på obligatorisk niveau typisk består af en overhøring i kendt teoretisk stof samt gennemgang af en udført øvelse, betyder det at der lægges meget vægt på reproducerbare facts. Man arbejder med lukkede problemstillinger og regner mange standardopgaver. Lærerne er desuden i fysik bundet af at den skriftlige eksamen på højniveau omfatter stof fra obligatorisk niveau, så for at alle elever skal være kvalificerede til at kunne

klare sig hvis de vælger højniveau, er der en række emner der skal gennemgås med en vis grundighed. I biologi og kemi højniveau omfatter skriftlig eksamen ikke obligatorisk niveau, men grundbegreberne og den for højniveaustoffet nødvendige baggrundsviden forudsættes bekendt.

De skriftlige studentereksamensopgaver er derfor i sidste ende ret normsættende for hvilke krav der skal stilles i undervisningen. Der er udviklet forskellige opgavetraditioner i de forskellige fag. I biologi arbejdes med ofte realistiske cases der også kræves perspektiveret. I kemi arbejdes med opgaver af mere essayistisk snit. I fysik testes tolkning af grafer og figurer, brug af grafisk lommeregner, forståelse af fysiske situationer m.m. Selv om der arbejdes bevidst med at udvikle opgavernes form og indhold er de alligevel ret traditionelle. De gange man fx i fysik har forsøgt sig med mere kvalitative betragtninger, har det vist sig at eleverne ikke har magtet opgaverne. Så selv om man ofte iklæder de faglige problemer en realistisk kontekst for at kræve at eleverne kan gennemskue forklædningen, så handler det i sidste ende ofte om at finde den rigtige formel eller det rigtige sted i lærebøgerne - der er simpelthen stærke begrænsninger på hvad man kan teste i en skriftlig test.

Desuden er lærerne bundne af egne ambitioner og fagforestillinger. Når emnerne gennemgås er det ofte med en evt. eksamen for øje, så der kan ikke hoppes hurtigt over nogle dele, alt er vigtigt - og lige vigtigt. Pensumbeskrivelsen binder. Især hvad angår kernestoffet som fx i fysik gennemgås grundigt på bekostning af dimensionerne, som kun sjældent gøres til genstand for eksamination.

Htx skiller sig ud ved i højere grad at eksaminere i projektarbejdskompetencer og tværfaglig viden. Fx indførtes med htx-bekendtgørelsen fra 1995 en eksamenskarakter i tværfaglighed for *“elevernes evne til at kombinere viden fra forskellige fag”* (§ 22, stk. 5), ligesom elevprojekter indgår i eksamen. I fysik i htx er det almindeligt at projekterne opgives til eksamen. I teknik og teknologi består eksamen i at gennemføre projektet

(teknologi 45 timer fordelt på seks uger, teknik 100 timer fordelt på otte uger) og fremlægge/forsvare det ved en mundtlig prøve.

5 Naturfagene i skolens liv

Naturfagene indgår selvfølgelig i skolens liv, i blokdagene, i orienteringsaftener osv. Men de kan godt nogle steder opfattes som værende **lidt isolerede** fra resten af skolen. De foregår i særlige områder af skolen ("vådområderne", "laboratoriegangen" osv.) hvor dets udøvere lukker sig lidt om sig selv i deres kontorer og forsøgsopstillinger. Denne relative afsondrethed kan betyde at naturvidenskabslærerne udvikler deres eget, måske lidt anderledes syn på faglig og pædagogisk udvikling. Faggruppemøderne har her en stor betydning for udviklingen af lærernes faglige identitet, men de varierer meget i hyppighed fra skole til skole.

En videnskabscentreret fagopfattelse (og trygheden i egen fagkundskab) kan hæmme lysten til at indgå i **tværfaglige sammenhænge** af frygt for at miste tid til kernestoffet. Det kunne være nyttigt for fagudviklingen og elevengagementet at øge tværfaglige samarbejdsrelationer, og det ville kunne påvirke den pædagogiske udvikling i de naturvidenskabelige fag. Der kan da også ses tegn på en sådan udvikling bl.a. som konsekvens af diverse årsnormsforsøg og bloktimeordninger som ofte er koblet med projektuger, lærerteam, temauger o.l.

Htx har som nævnt i højere grad indarbejdet tværfaglighed i fagene.

Den **fysiske/arkitektoniske udformning** af naturvidenskabsområderne har også stor betydning for fagenes udfoldelse og for hvorledes skolen opfatter fagene. Mange steder undervises stadig i teoritimer i auditorier som er indrettet til envejskommunikation, mens øvelsestimer foregår i laboratorier som skal bookes i forvejen. Fleksible klasselokaler og åbne, tilgængelige laboratoriefaciliteter (også åbne ud mod skolen og tilgængelige

for elever uden for undervisningstiden) vil kunne give undervisningen et større eksperimentelt islæt og højere elevaktivitet.

5.1 Udviklingsarbejde

Der foregår et omfattende udviklingsarbejde i de naturvidenskabelige fag for at løse nogle af de problemer som er skitseret i det foregående. Der arbejdes med ændrede eksamensformer (typisk med forskellige varianter af projektevaluering og evaluering af eksperimentelt arbejde), ændret eksperimentelt arbejde (mere åbne og projektorganiserede forløb) og ændrede arbejdsformer generelt (typisk forskellige former for projektarbejde). Det er ofte faginterne forsøg - det synes ikke som om de naturvidenskabelige fag står centralt i større strukturforsøg.

Specielt kan nævnes de forsøg der er gjort i det almene gymnasium for at styrke elevernes interesse for matematik, fysik og kemi og fremme de naturvidenskabelige kompetencer i uddannelsen. Forsøg med **naturvidenskabelige klasser** startede i 1996. Disse klasser skulle eleverne vælge før starten af gymnasiet, og de bandt sig så til at have matematik på A-niveau, fysik eller kemi på A-niveau og både fysik og kemi på B-niveau. Selv om 56 skoler søgte om at oprette sådanne klasser, var der kun søgning til 16 (når man skulle op på 28 elever pr. hold). Der blev i klasserne arbejdet projektor organiseret især i forbindelse med det indlagte samarbejde med virksomheder, hvilket var motiverende, ligesom der kunne spores en vis synergieffekt de tre fag imellem. Tre år med mulighed for en faglig progression og øget fordybelse var naturligvis en styrke, men de især i matematik, fysik og kemi fagligt svage elever var ringe stillet, og det gav øget polarisering mellem top og bund. Det tvungne valg før gymnasiestart og de deraf følgende manglende valgmuligheder undervejs passer ikke ind i det eksisterende valg-gymnasiums rammer. I stedet arbejdes mange steder med fagpakker, hvor eleverne (i løbet af 1.g) vælger matematik-fysik eller matematik-kemi som samlæs for at kunne udnytte synergieffekten mellem fagene.

5.2 Naturfagenes status

Alligevel - eller måske på grund af? - deres relative isolation har fagene en ret høj status, i hvert fald samfundsmæssigt set. Det er svære fag, apparaterne giver en aura af "rigtig" videnskab, noget ophøjet og eviggyldigt.

Jakob Lange, leder af studievejledningen ved Københavns Universitet, udtalte på rektormødet 2000 at de der har valgt fysik, kemi, matematik, græsk og latin på højniveau har den bedste studiekompetence. Det kan naturligvis skyldes at de svagere elever skræmmes bort fra fagene, og/eller at fagene giver nogle specielle kompetencer, men udtalelsen vidner om en vis respekt for fagene i samfundet. De har da også **erhvervslivets bevågenhed** som fødebasis til mange for erhvervslivet nødvendige studier. Og skiftende regeringer har udformet forskellige initiativer for at fremme deres tyngde og gennemslagskraft hos de unge. Vigtigst er dog nok at sikre naturvidenskaberne en central plads i ungdomsuddannelserne som dannelsesfag og generelt studiekompetencegivende fag. En sådan placering vil smitte af på rekrutteringen til og opfattelsen af fagene, men først og fremmest vil et øget fokus på dannelsesaspekterne og de generelle studiekompetencer ikke kunne undgå at smitte af på undervisningens indhold og gennemførelse.

6 Referencer

Abell, S. K. & Eichinger, D. C. (1998). Examining the Epistemological and Ontological Underpinnings in Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (2), 107-109.

Andersen, H. M. & Nielsen, V. G. (2002). *Kemi i gymnasiet og på htx - elevernes oplevelser og holdninger til 1.g/1.htx*. Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Det naturvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.

Angell, C.; Bangsgaard, T.; Both, E.; von Essen, E.; Ingwersen, J.; Jakobsen, K. & Schou, H. (2002). *Foreløbig rapport over forskning med fysikundervisningen i skoleårene 2000/2001 og 2001/2002*.

Donnelly, J. (1999). Interpreting differences: the educational aims of teachers of science and history, and their implications. *J. Curriculum Studies*, 31 (1), 17-41.

Evalueringsinstitut, D. (2001). *Fysik i skolen - skolen i fysik. Evaluering af fysik i det almene gymnasium* (Evalueringsrapport). København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Kember, D. (1997). A reconceptualisation of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, 7 (3), 255-275.

Krogh, L. B.; Arnborg, P. & Thomsen, P. V. (2001). *GFIII-rapport, del A: Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte?*

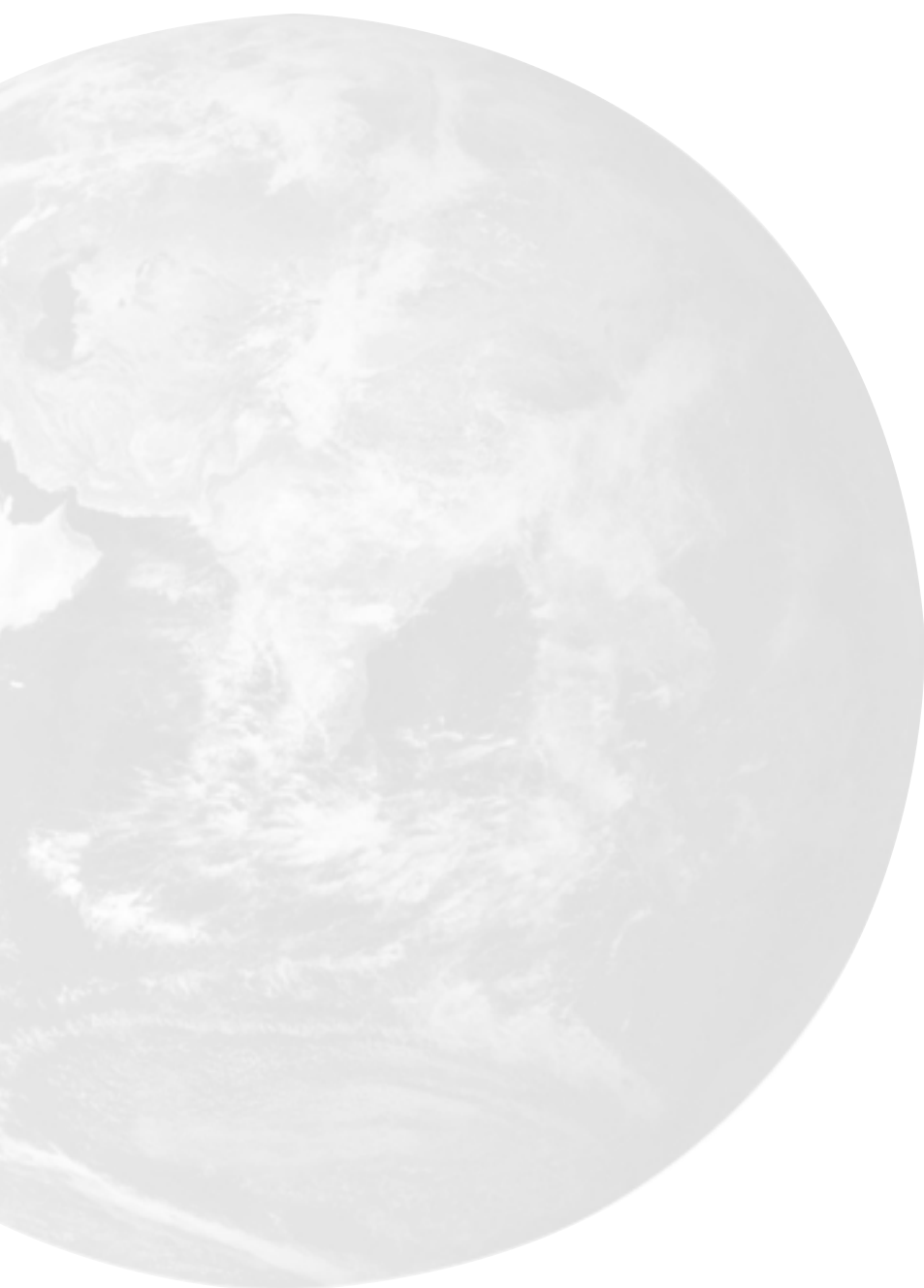
2.g-opfølgning på GFII-undersøgelsen (CND's skriftserie no 3). Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.

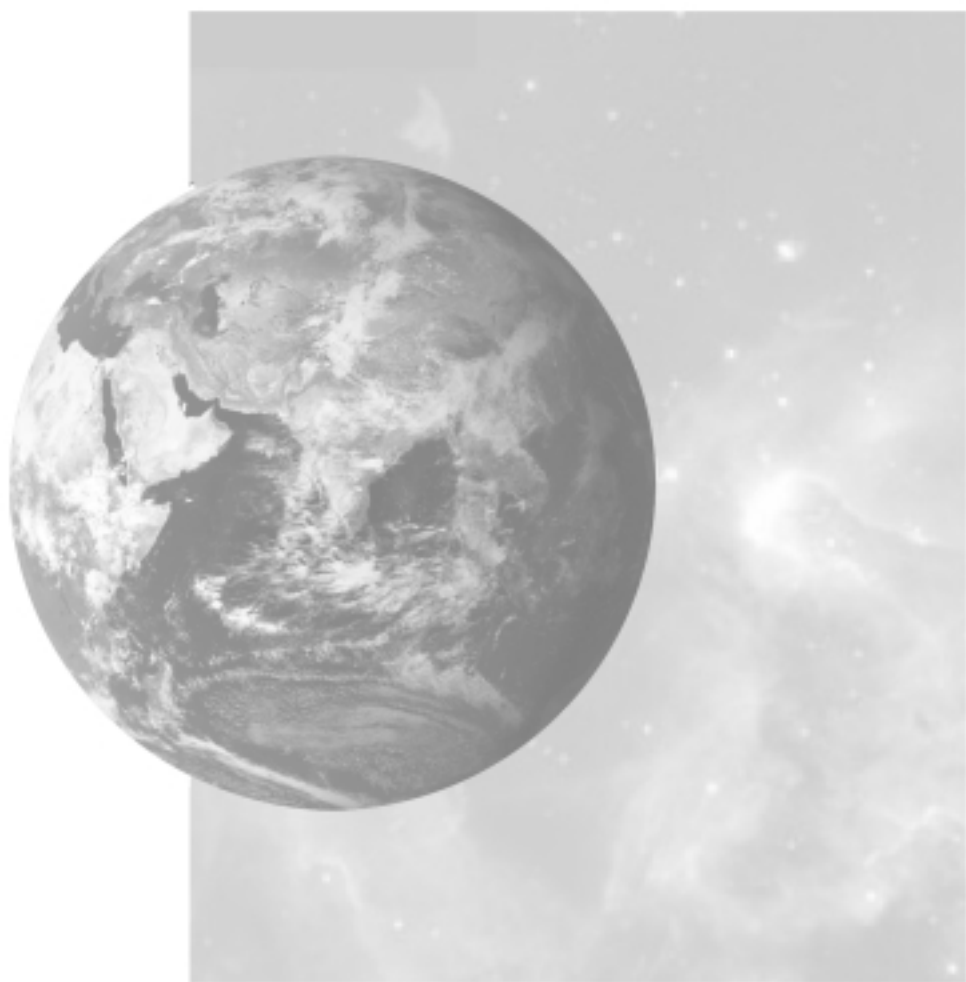
Krogh, L. B. & Thomsen, P. V. (2000). *GFII-rapport nr. 1: Undervisningsstil og læringsudbytte - en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g* (CNDs skriftserie no.1). Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.

Marton, F. & Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Matthews, M. R. (1998). In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (2), 161-174.

Patrick, K. (1998). *Teaching and Learning: the construction of an object of study*. Unpublished Ph.d., The University of Melbourne, Melbourne.





Kridt og kedsomhed - et kritisk blik på univer- siteternes indledende grundfagsundervisning

Af Frederik Voetmann Christiansen

I denne artikel vil jeg beskrive et væsentligt problem der går igen i en meget stor del af de videregående naturfaglige uddannelser.²² Problemet er at en del af undervisningen i de indledende grundfag mangler fornuftige pædagogiske begrundelser. Det resulterer ofte i dårlig undervisning og, i forlængelse heraf, at de studerende vælger *overfladiske læringsstrategier* (Ramsden, 1992). Jeg vil diskutere det lys vi må se problemet i, og skitsere to udveje der begge involverer nye roller for grundfagsundervisningen - hhv. at give undervisningen i grundfagene nogle nye meningsfulde begrundelser eller at integrere grundfags-elementerne i den øvrige uddannelse.

1 Basics first

Et markant fællestræk ved opbygningen af en meget stor del af de naturfaglige uddannelser i landet er følgende: I første del af studiet findes selvstændige kurser i matematik, fysik og kemi der tænkes at udgøre grundlaget for de videre studier - uanset hvad det så i øvrigt måtte være. Fælles for mange af disse kurser er at de ikke er særlig vellidte, hverken hos de lærere der skal afholde dem, eller de studerende der følger dem. De studerende har typisk svært ved at bestå dem, og de får jævnt hen et ringe udbytte af dem. Dette fællestræk ved de naturfaglige uddannelser står i skarp kontrast til de store forskelligheder der ellers findes uddannelserne imellem - de videregående naturfaglige uddannelser er i øvrigt enormt forskelligartede. Opbygningen med adskilte grundfag først i studiet kunne derfor lig-

22) Med videregående naturfaglige uddannelser tænker jeg især på universitetsuddannelserne i de naturvidenskabelige grundfag (matematik, fysik, kemi, biologi osv.), samt professionsuddannelser som ingeniøruddannelserne, veterinær- og landbrugsuddannelserne, medicin mv.

ne en nødvendighed, ligesom det er en nødvendighed og et fællestræk mellem uddannelserne at undervisningen foregår i nogle dertil indrettede bygninger. Det er *ikke* en nødvendighed - og fra et læringssynspunkt ikke en hensigtsmæssighed - men i høj grad udtryk for et bestemt videnskabssyn der har været dominerende gennem de seneste ca. 150 år, og som har indlejret sig i uddannelsesinstitutionernes og uddannelsernes strukturer. Dette videnskabssyn har ofte været uartikuleret - men har ikke desto mindre eksisteret som en grundlæggende figur eller metafor der har præget såvel institutionernes struktur som uddannelsesplanlægningen. I artikulert form kan man betegne videnskabssynet *fysikalisme*, dvs. forestillingen om en enhedsvidenskab med fysikken som grundlag.

Kigger vi på det filosofiske grundlag for fysikalismen, hænger dette sammen med *positivismen* og særligt den *logiske positivisme* der kom frem i den første del af seneste århundrede. Det er tvivlsomt hvor direkte koblingen mellem den danske uddannelsestænkning og den logiske positivisme har været, men det kan alligevel være nyttigt at knytte nogle kommentarer til sidstnævnte da den må ses som udtryk for udbredte opfattelser i det videnskabelige (herunder uddannelsesmæssige) miljø.

Den logiske positivisme var en filosofisk strømning der kun anerkendte *analytiske domme* (herunder logik og matematik) og *erfaringsdomme* (fysik mv.) som meningsfulde, hvorimod alt andet (fx moralske domme) var uden videnskabelig værdi (Neurath, Carnap & Hahn, 1929). Ud fra denne tankegang skulle kemien, biologien, sociologien og endda psykologien kunne reduceres til fysikken (der vedrører de mest basale erfaringsdomme). Det er umiddelbart mindre oplagt hvordan de professionsorienterede fag skulle indgå i dette deduktive system uden en særdeles stor omvej over sociologi og psykologi. Professionsuddannelserne er jo i høj grad rettet mod løsningen af praktiske problemer og har dermed et intentionelt aspekt som er svært at redegøre fysisk for (Polanyi, 1959, kap. 11). Tidligere rektor for DTU, Flemming Woldbye, gav denne forklaring på forskellen mellem grundforskerens og "målfor-

skerens" opgaver der kan kaste lidt lys over denne sammenhæng:

"Grundforskeren kan sammenlignes med en opdagelsesrejsende, der laver landkort. Efterhånden som ekspeditionen kommer frem, skabes landkortet af de bjerge, søer, floder og skove, der dukker op. Det er naturen selv, der tegner billedet.

Målforskeren kommer bagefter og finder ved hjælp af landkortet et sted, der er værd at kigge nærmere på. Den ene er interesseret i at afdække sammenhænge. Den anden er interesseret i at udnytte bestemte, fundne sammenhænge. De to forskertyper er udtryk for to forskellige talenter." (Woldbye, 1975).

Tankegangen er at "målforskeren" (i det store hele) *anvender fysiske principper eller fysisk viden på praktiske problemer*. Professionerne kan ikke *udledes* af fysikken, men består ikke desto mindre i det store hele i *anvendelsen af den, som midler til mål*. Denne tankegang har givet anledning til beskrivelser af teknologi (og derigennem ingeniørfaget) som "applied science". (Bunge, 1966).

Et klart eksempel på den fysikalistiske opfattelse gives af Alonso/ Finn i indledningen til deres indflydelsesrige lærebogssystem i grundlæggende fysik fra slutningen af tresserne (med anden udgave fra 1980). Her skrives om fysikkens relation til de øvrige naturvidenskaber:

"We indicated [...] that the objective of physics is to enable us to understand the basic components of matter and their mutual interactions, and, thus, to explain natural phenomena, including the properties of matter in bulk. From this statement we can see that physics is the most fundamental of all natural sciences. Chemistry deals with one particular aspect of this ambitious program: the application of the laws of physics to the formation of molecules and the different practical means of transforming certain molecules into others. Biology must lean very heavily on physics and chemistry to explain the processes occurring in living bodies. The application of the principles of physics and chemistry

to practical problems, in research and development as well as in professional practice, has given rise to the different branches of engineering. Modern engineering practice and research would be impossible without a sound understanding of the fundamental ideas of natural sciences.” (Alonso & Finn, 1980, s. 10).

For 30-40 år siden blev beskrivelser som denne i naturfaglige kredse opfattet som helt normale og som selvfølgelig beskrivelser af sammenhængen mellem de forskellige videnskaber, i det mindste i den vestlige verden. I dag er situationen en anden. De færreste nutidige kemikere vil formodentlig give Alonso/Finn ret i at kemien i det væsentlige udgør det del-aspekt af fysikken der omhandler dannelsen og omformningen af molekyler, ligesom de fleste biologer vil pege på evolutions-teorien (der ikke har et fysisk-kemisk grundlag) hvis de skal fremhæve ét centralt aspekt ved deres fag. I forbindelse med praktisk ingeniørarbejde spiller fysik og kemi ofte en beskeden rolle eftersom problemerne typisk ikke foreligger som naturvidenskabelige problemer, men typisk må erkendes og afgrænses under hensyntagen til en lang række forskelligartede forhold.

Den generelle opfattelse af hvordan relationerne mellem de forskellige naturfaglige områder er, har tilsyneladende ændret sig markant de seneste 30 års tid. Nu opfattes fysikken af de øvrige naturvidenskabelige fag, såvel som i forhold til professionsuddannelserne, mere på linje med matematikken - som et “støttefag” der kan bidrage til belysningen af problemer inden for det pågældende fag - som én brik blandt flere.

Skiftet i opfattelse har flere årsager hvoraf jeg vil nævne to: en praktisk og en mere teoretisk. Hvad angår det praktiske, beskriver Donald Schön hvordan opfattelsen gav anledning til det dilemma han kalder “rigor or relevance”:

“In the varied topography of professional practice, there is a high, hard ground where practitioners can make effective use of research-based theory and technique, and there is a swampy lowland where

situations are confusing 'messes' incapable of technical solution. The difficulty is that the problems of the high ground, however great their technical interest, are often relatively unimportant to clients or to the larger society, while in the swamp are the problems of greatest human concern. Shall the practitioner stay on the high, hard ground where he can practice rigorously, as he understands rigor, but where he is constrained to deal with problems of relatively little social importance? Or shall he descend to the swamp where he can engage the most important and challenging problems if he is willing to forsake technical rigor?" (Schön, 1983, s. 42).

Opfattelsen af at forholdet mellem naturfaglige principper og praktiske problemer er som midler til mål, har simpelthen vist sig utilstrækkelig i forhold til løsning af mange af de væsentlige spørgsmål der optager samfundet, og mange af de teknologiske muligheder der opstår, viser sig at være for omkostelige, risikable eller på anden måde uønskelige at gøre brug af i praksis (tag for eksempel diskussionen af strålebehandlede eller genmodificerede fødevarer).

Hvad angår de teoretiske indvendinger der har været rejst mod positivismen og ideen om enhedsvidenskab gennem de seneste ca. 40 år, vil det måske være mest relevant i dag at referere til Kuhns "The Structure of Scientific Revolutions" fra 1962, og måske særligt efterskriftet fra 1969 (Kuhn, 1970). Her bliver det (naivt) positivistiske meningskriterium kritiseret ved konstateringen af at værdier og metafysik (som positivisterne hævdede ikke havde noget kognitivt indhold) spiller en fuldstændig central rolle for funktionen af de (fysik)videnskabelige samfund og videnskabens udvikling. Kuhns arbejde drejede sig fortrinsvist om udviklingen af fysikken, men mange andre har lavet tilsvarende arbejder der viser hvordan forskellige videnskabelige samfund inden for en lang række forskellige naturvidenskabelige, ingeniørfaglige, og medicinske områder er underlagt forskellige værdier, normer og rationalitetskriterier.²³

23) For to gode beskrivelser af nogle meget forskelligartede miljøer, se (Vincenti, 1990) og (Knorr Cetina, 1999).

Positivismekritikken fra halvfjerdserne til i dag - der undertiden byggede på Kuhns tanker - har gradvis bidraget til at selv lærere fra det naturfaglige område, der ellers normalt ikke interesserer sig synderligt for sådanne diskussioner, i vidt omfang har taget kritikken til sig.

2 Vadestedet

Vi står altså nu i en situation hvor de fleste naturfaglige lærere (og studerende) er bevidste om det fejlagtige i fysikalismen og har væsentlig mere nuancerede forestillinger om videnskaberne væsen og sammenhæng. De uddannelsesinstitutioner og (naturfaglige) uddannelser vi har, er imidlertid i vid udstrækning et historisk produkt af den store indflydelse den fysikalistiske tankegang har haft.

Men hvorfor bliver det så ikke lavet om når nu tiden tilsyneladende er til det? For at forstå det, må man tage i betragtning at dramatiske omkalfatringer af uddannelser er noget der sker yderst sjældent. På fysikstudiet i København blev der i 1972 lavet et forslag til en omfattende, fornuftig reform af studiet. Reformen rummede indførelse af projektarbejde gennem hele studiet, brug af et sammenhængende lærebogssystem for hele uddannelsen (i øvrigt Alonso/Finn) og udvikling af såkaldte "skuffer" der skulle levere den faglige baggrund for projektarbejdet. På trods af at forslaget med mindre modifikationer blev vedtaget i studienævnet i '73, og også kørte i et par år, faldt systemet hurtigt tilbage i den vante gænge, og det eneste levn fra reformen er de såkaldte "frie øvelser" der, i dag som den gang, udgør en del af Fysik 1. Det er, på samme måde, ikke en tilfældighed at det var de *nye* universiteter i Roskilde og Ålborg der *kunne* indføre basisuddannelser og projektor organiseret undervisning, og at ingen af stederne har opgivet tanken. For RUCs vedkommende er projektarbejdsformen så at sige støbt i betonen, og strukturen med basisuddannelser udgør ryggraden i universitetets økonomi. Ændringer sker meget gradvist - større

ryk ses kun i krisesituationer.²⁴ På RUC er der i snart 15 år blevet arbejdet for (ganske vist on and off) at etablere en fælles kursusstruktur for de tre basisuddannelser, så det i løbet af basisuddannelsen bliver muligt at forberede sig til *begge* sine (formelt sidestillede) overbygningsfag - også selvom det ene fag ikke ligger inden for basisuddannelsens hovedområde. De fleste kan (når de får tænkt over det) se at det er en indlysende god idé. Alligevel har arbejdet med at få det indført og forstået ud i afkrogene af RUC-systemet nu pågået i mere end 15 år. Det er ikke sådan at det ikke er kommet nogen vegne - det går bare langsomt fordi det ikke kun er et spørgsmål om at opridse en ny struktur på et stykke papir og få det vedtaget, men i høj grad om at få ændret nogle indgroede vaner i de forskellige faglige kulturer på universitetet.

Derfor er det også oplagt rigtigt når det i forbindelse med rapporten om "Kompetencer og matematiklæring" slås fast at en forudsætning for at der kan komme egentlige reformer ud af arbejdet, er at de involverede parter - først og fremmest underviserne - kan se pointen:

"Det er uden tvivl en kendsgerning, at reformer, der alene sættes i værk ved diktat fra oven, nærmest ingen chance har for at slå igennem på andet end helt udvendige måder. Hvis ikke tilstrækkeligt mange af matematikundervisningens aktører føler medejerskab til en reform, er der endeløst mange forskellige måder, den reelt kan gå i vasken på, uden at det sker formelt." (Niss & Jensen, 2002, s. 31).

Man kan godt blive utålmodig, specielt når man som leder gerne vil imponere omverdenen med en toårig resultatkontrakt. Men min opfattelse er at når man har med universitets-

24) Et eksempel på et sådant "ryk" er indførelsen af kombinationsstrukturen på RUC der betød at (næsten) alle studerende skulle have to sidestillede overbygningsfag. Denne omfattende strukturændring af RUCs uddannelser skal ses i lyset af den ministerielt udformede "grovskitse" (1981) der lukningstruede alle fag på RUC bortset fra TEK-SAM, forvaltning og kommunikation. Se (Højgaard Jensen, 1997).

uddannelser at gøre, er det eneste rigtige at se i øjnene at større ændringer er et langt, sejt træk der tager adskillige år at få igennem i et bare nogenlunde fornuftigt omfang. Det skyldes *ikke* universiteternes ledelsesformer, men at det er et essentielt træk ved universiteterne at de er konservative - i både den gode og den dårlige forstand af ordet.

3 Begrundelsen der blev væk

Men lad os nu vende tilbage til situationen som den er - at uddannelsernes strukturer er begrundet i et videnskabssyn der er forældet. Hvad betyder det for den undervisning der gives, og for de studerendes udbytte?

For det første giver det sig udslag i at undervisningen ikke er særlig vellidt af de lærere der skal undervise i de pågældende indledende kurser. Simpelthen fordi lærerne ikke selv kan se pointen med undervisningen. Tag de indledende kurser i matematisk analyse, hvor der typisk indgår rækker, differential-ligninger, komplekse tal, vektoranalyse og differentiation og integration af funktioner med flere variable og lignende. Fra et matematisk perspektiv er der ikke meget sjov ved at undervise i et sådant kursus, for der er ingen synderlig sammenhæng mellem elementerne, og beviserne springes typisk over for at man kan nå det hele. Begrundelsen for hvorfor netop dette stof skal læres, bliver således indskrænket til at det er nogle ting der er gode at kunne senere i studiet - ofte uden at matematiklæreren selv kan pege på konkrete anvendelser ud over de rent matematiske. Kurserne får derfor en rituel karakter hvor der gennemgås noget stof som nogen vist nok synes er vigtigt. For læreren bliver det et spørgsmål om at overføre noget viden om bestemte matematiske metoder til de studerende. Pensum er som regel fastlagt i samarbejde med de fag der skal forberedes til (for år tilbage og af andre lærere) og da kurserne generelt er præget af stoffylde-problemer, bliver en egentlig prioritering af stoffet vanskelig. Det er svært at vælge noget fra uden

at træde nogen over tærne. Dertil kommer at undervisningen typisk foregår på meget store hold.

Jeg vil bestemt ikke udelukke at det er muligt at lave inspirerende undervisning i sådanne fag - men alle odds er stort set imod én.

For nylig er der lavet en større undersøgelse af undervisning og læring i den indledende undervisning ved australske universiteter. Undersøgelsen, der omfattede næsten 4000 studerende og 50 lærere i første år af fysik- og kemistudierne, belyste relationen mellem læreres indstilling/tilgang til undervisningen og de studerendes tilgange til læring (Trigwell, Prosser & Waterhouse, 1999). Lærernes tilgang til undervisningen blev, på baggrund af spørgeskemaer, rubriceret på en skala gående fra "informationsoverførsel/lærercentreret tilgang" til "begrebslig forandring/studentcentreret tilgang". "Overførselstilgangen" består i grove træk i at der i undervisningen skal overføres viden om disciplinen til de studerende med fokus på det faktuelle og færdigheder, men uden at de studerende inddrages i undervisningen. Den "begrebsmæssige" tilgang tager udgangspunkt i de studerendes begrebslige opfattelser og forsøger at ændre disse i forhold til de fænomener der studeres, og anser det for centralt at de studerende aktiveres, da det er dem selv der konstruerer deres viden.

De studerendes tilgang til læring blev, ligeledes på baggrund af spørgeskemaer, rubriceret efter den udbredte "deep" og "surface" tilgang til læring, nærmere bestemt en lettere modificeret udgave af "The Study Process Questionnaire" (Biggs, 1987). En dyb tilgang til læring er karakteriseret ved fokus på at *forstå*, blandt andet gennem relatering af stoffet til hverdags- og tidligere lærte forhold, organisering og strukturering af det lærte i en sammenhængende helhed mv. I modsætning hertil står den overfladiske tilgang, hvor fokus er på at *overstå*, ved eksempelvis at fokusere ensidigt på at kunne løse den type

opgaver der kan forventes til eksamen.²⁵ Utallige undersøgelser viser, at en overfladisk tilgang til læring er forbundet med ringere udbytte end en dyb.²⁶

Resultatet af undersøgelsen var at der var en *klar sammenhæng* mellem en overførselstilgang til undervisning hos lærerne og en overfladisk tilgang til læring hos de studerende. Der tegnedes sig også en svagere sammenhæng mellem en begrebsmæssig tilgang til undervisning hos lærerne og en dyb tilgang til læring hos de studerende. Sagt med andre ord: man danser som man bliver inviteret (hvis man da er til dans overhovedet).

Min påstand er at der i særlig grad i forhold til de indledende kurser i matematik, fysik og kemi er forståelige grunde til at lærere vælger "overførselstilgange" til undervisning, og (afledt heraf) at studerende vælger overfladetilgange til læring. Den væsentligste grund er, efter min opfattelse, at denne undervisning kun er begrundet *historisk-institutionelt*, ikke *pædagogisk-didaktisk*.

4 To udveje: fagintegration eller nye begrundelser

Lad os vende os mod hvad der kan gøres for at komme problemet til livs. Overordnet set mener jeg der tegner sig to veje ud af problemerne, nemlig hhv. at give undervisningen i de indledende grundfag nogle *nye meningsfulde begrundelser* eller ved *integration af grundfagene i de øvrige fag*. I det følgende vil jeg give nogle gode eksempler på sådan undervisning og diskutere nogle faldgruber som det er let at falde i.

25) Det er vigtigt at påpege at spørgsmålet om dyb eller overfladisk tilgang til læring ikke har noget at gøre med om man er en "god" eller en "dårlig" studerende, men afhænger af konteksten. Det vil formodentlig enhver der reflekterer over sit eget studieforløb indse. Selv den "bedste" studerende vil i sit studie have deltaget i studieelementer hvor vedkommende har anlagt overfladestrategier for læring (og hvor udbyttet har været derefter). For en god beskrivelse af forskellen mellem dyb og overfladisk tilgang til læring kan henvises til (Ramsden, 1992).

26) For en uddybning af nogle af disse, se (Ramsden, 1992, s. 53-60).

4.1 Nye begrundelser for de matematiske fag

I matematik og fysik på RUC afholdes nogle få indledende kurser i matematik og fysik hvor undervisningen er lagt an på at de studerende skal udvikle relevante matematisk-fysiske kompetencer - og hvor undervisningen er lagt an på linje med det jeg har refereret til som “begrebsmæssig” tilgang til undervisning. Det gælder det såkaldte BASE-kursus (Basal analyse - Modellerung - Simulering), der er et indledende kursus i den naturvidenskabelige basisuddannelse primært tiltænkt studerende der *ikke* skal læse matematik og fysik på overbygningen, og det såkaldte Breddekursus i Fysik, der er det indledende fysikkursus i fysikoverbygningen. Begge kurser strækker sig over et helt år, og har omfang af 1/4 årsværk.

I BASE-kurset arbejdes med problemstillinger fra flere forskellige områder hvor der gøres brug af matematik, herunder biologiske, fysiske og kemiske systemer. Pensum indskrænker sig til repetition og beskeden udvidelse af gymnasiets B-niveau i matematik/fysik, herunder simple funktioner og systemer af 1. ordens differentialligninger. Det kan umiddelbart lyde uambitiøst - men hovedfokus ligger på træning i *matematisering*, dvs. studerende bliver i stand til at formalisere eller “sætte matematik” på et fænomen eller en sammenhæng. Kurset tager således alvorligt at der er forskel på at være blevet præsenteret for noget matematik og at kunne sætte denne matematik i anvendelse på nogen som helst fornuftig måde. I denne forstand er dette kursus kompetenceorienteret, modsat pensumorienteret - og rettet mod opnåelsen af en særlig matematisk kompetence.

På samme måde med Breddekurset i Fysik. Her er formålet det at man skal komme til at “tænke som en fysiker”, dvs. som én der er i stand til ved simple overvejelser at give en formaliseret, typisk overslagsagtig, beskrivelse af et ikke-formaliseret problem.²⁷ Hovedvægten lægges på løsning af såkaldte “åbne opgaver i fysik” der typisk heller ikke forudsætter de store

27) Jeg har i anden sammenhæng hørt denne kompetence rammende benævnt som “bagsiden-af-konvolutten-kompetence” fordi denne slags formaliseringer og overslag af en eller anden grund ofte ender på bagsiden af konvolutter.

matematisk-fysiske armbevægelser (fx “Hvor hurtigt roterer en tørretumbler?”). Eksamen i kurset er to gange fire timers skriftlig prøve i løsning af “breddeopgaver” uden nogen form for hjælpemidler. Der er således ingen modsætning mellem den kompetence der søges udviklet gennem kurset, og det der testes til eksamen. På trods af at kurset er så omfattende som det er, og at mange studerende dumper og (med rette) frygter eksamen, er der blandt lærere og studerende ved fysikuddannelsen enighed om at breddekurset er yderst relevant og at grundideerne i det skal fastholdes. Det er min opfattelse at de fleste fysikere (også uden for RUC) kan nikke genkendende til intentionen i kurset og anerkende at evne til at kunne løse sådanne opgaver faktisk er udtryk for noget helt centralt i forhold til hvad fysikere skal kunne.

Disse to kurser er gode eksempler på kurser med relevante og væsentlige begrundelser som de involverede parter respekterer og forstår. Det er sådan noget jeg har i tankerne når jeg siger at undervisningen i de indledende grundfag kan gives nye meningsfulde begrundelser.

Det er klart at udvikling af uddannelseselementer som BASE-kurset og Breddekurset kræver både grundig planlægning og (måske især) løbende diskussion. Ellers er der risiko for at de “forfalder”, fx at opgaverne kommer til at fokusere lovlig meget på (for)tænkte, idealiserede situationer fordi det nu er dér fysikken kommer bedst til sin ret - men hvor man kan kigge i vejviseren efter relevansen. At det bliver for meget “rigor” og for lidt “relevance”.

Det er måske netop fordi det er forbundet med et så stort udviklings- og vedligeholdelsesarbejde at det, groft sagt, kun er de to nævnte kurser ud af en kursusvifte der rummer over tyve kurser afholdt af lærere fra matematik og fysikuddannelserne på RUC hvor der for alvor bliver gjort noget ud af at reflektere over hvilken kompetence der skal opnås gennem kurset - og at løbende diskutere det med kollegerne. Langt størstedelen af de øvrige kurser er overvejende traditionelle, og de indledende

matematik- og fysikkurser i øvrigt adskiller sig ikke nævneværdigt fra deres fætre og kusiner ved andre universiteter. Det viser noget om størrelsen af opgaven at det fysik- og matematikmiljø der formodentlig har den største tæthed af didaktisk interesserede lærere i landet, kun har "nytænkt" ca. en tiendedel af deres egne kurser på en måde så der er dannet en "kultur" omkring det.²⁸

4.2 Fagintegration

En anden måde at gøre grundfagene vedkommende og relevante for de involverede parter, er ved integration af elementerne i problembaserede forløb af relevans for det øvrige uddannelsesforløb. Der er umiddelbart to fordele ved denne tilgang. Dels vil det være motiverende for de studerende at arbejde med realistiske problemer som de kan se relevansen af i forhold til deres egen slutkompetence, dels vil det være lettere at relatere de grundfaglige elementer til fremtidig problemløsning, hvis de er lært i forbindelse med løsning af problemtyper der ligner dem de må formodes at støde på i deres fremtidige arbejdsliv.

Ved den nyligt oprettede uddannelse i Design og Innovation ved DTU er det såkaldte "kernestof" i matematik, fysik og kemi som studieordningen for civilingeniørstudiet stiller krav om at studieforløb skal indeholde, sammentænkt i sådanne integrerede problembaserede forløb. For eksempel tænkes der i kurset "Konstruktioner - materialer, egenskaber, styrke, tøjning" taget udgangspunkt i et "løbehjul eller en cykel", og forskellige grundfaglige elementer inddrages i beskrivelsen af dem. Der angives tre grunde til man har valgt at lægge undervisningen an på denne måde. For det første anføres det at det er en prioritet at de studerende opnår grundlæggende design-

28) For retfærdighedens skyld skal nævnes, at kursUSDelen af uddannelserne i naturvidenskab på RUC optager højst halvdelen af de studerendes tid. Den anden halvdel går med projektarbejde, der selvfølgelig også kræver overvejelser om kompetencer og eksemplaritet. Der er generelt meget stor opmærksomhed, bevidsthed og debat om projektarbejdets funktion i uddannelsen. For en uddybning af disse overvejelser, se (Christiansen, 2001).

kompetencer (blandt andet projektarbejde, brug af synteseviden og indsigt i designprocesser), og at det derfor også skal søges nået gennem undervisningen i kernestoffet. For det andet fremhæves det at de studerende kan opnå en bedre indlæring af teori og metoder fra matematik og fysik ved at fokusere på anvendelsen på konkrete tekniske problemer. Endelig hævdes det at de teknisk/naturvidenskabelige fag kan få en større betydning i forhold til de studerendes slutkompetence såfremt vægten lægges på problemløsning (engineering) i stedet for på analyse af formelle, afgrænsede problemer (science) (Andreasen m. fl., 2002). Hvad angår den sidste grund vil tiden jo vise om det er rigtigt. Hvad angår de to første, må man sige at de til en vis grad er modsatrettede: Opnåelsen af designkompetencer kan meget vel tænkes at tage tid fra opnåelsen af matematisk/fysiske kompetencer. Nu er der jo ikke noget i vejen for at have modsatrettede begrundelser i sin uddannelsesplanlægning (tænk fx generalist/specialist distinktionen), men det er helt sikkert at sådanne modsatrettede begrundelser stiller store krav til at de involverede lærere magter at afbalancere de to begrundelser i forhold til hinanden. Ellers risikerer man at brugen af matematik, fysik og kemi bliver rent instrumentel, og at de studerende ikke opnår de kompetencer som matematik, fysik og kemi faktisk er velegnede til at udvikle - at fagintegrationen reelt bliver til bortintegration. Denne balancegang bliver formodentlig den største udfordring for undervisningen i disse fag. Ligesom det gælder i den anden skitserede "udvej", stiller udvikling af fagintegrerende forløb altså store krav til at lærerne gør sig bevidst hvilken funktion grundfagselementerne har, og hvilke kompetencer de skal bidrage til at udvikle hos de studerende.

4.3 Afrunding

Jeg synes der er mange perspektiver i begge de to typer nyorientering af grundfagsundervisningen, og det er opløftende at konstatere at der rundt omkring i landet bliver lavet mange forsøg med udvikling af grundfagsundervisningen. Min grundlæggende mistro til at det er muligt at lave større strukturændringer på universitetet uden seriøse krisesituationer, får mig

til at mene at det mest realistiske bud for de fleste uddannelser nok er at omlægge den eksisterende grundfagsundervisning så undervisningen kommer til at give mening for de involverede parter. Fagintegration indeholder mange spændende perspektiver og kan givetvis bidrage til at de studerendes udbytte øges. Det vil, måske især for nye uddannelser, være en vej der er værd at følge. Jeg tror dog ikke at det er en løsning der i større skala kan indføres for de eksisterende uddannelser. Dertil er systemerne for træge.

5 Referencer

Alonso, M. & Finn, E. J. (1980). *Fundamental University Physics - vol. 1*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Company. 2nd ed.

Andreasen, M. M. m. fl. (2002). *Indstilling om udformning af uddannelsen design og innovation ved Danmarks Tekniske Universitet*. [http://www.design-ing.dk/Indstilling om design og innovation.pdf](http://www.design-ing.dk/Indstilling%20om%20design%20og%20innovation.pdf)

Biggs, J. (1987). *Study Process Questionnaire Manual*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.

Bunge, M. (1966). "Technology as Applied Science". I F. Rapp (red.) (1974). *Contributions to a Philosophy of Technology*, Dordrecht : D. Reidel, s. 19-39.

Christiansen, F.V. (2001). *Projektarbejde i naturvidenskabelige grundfag*, Papers from DCN no. 12, 2. udgave. www.dcn.auc.dk/Research/Prisopgaver/papers.htm

Højgaard Jensen, J. (1997). "Stabilisering af succes og fiasko - årene 1978-1990". I H. T. Jensen m. fl. (red.). *RUC i 25 år*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag.

Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Niss, M. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring* (Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18 - 2002). København: Undervisningsministeriet.

Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions - Second Edition, Enlarged*. Chicago: University of Chicago Press.

Neurath, Carnap & Hahn (1929). "A Scientific Worldview - the Vienna Circle", i O. Neurath (1973). *Empiricism and Sociology*. Dordrecht: Reidel, s. 299-318.

Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge. Towards a post-critical philosophy*. Chicago : The University of Chicago Press.

Ramsden, P. (1992). *Learning to Teach in Higher Education*. New York: Routledge.

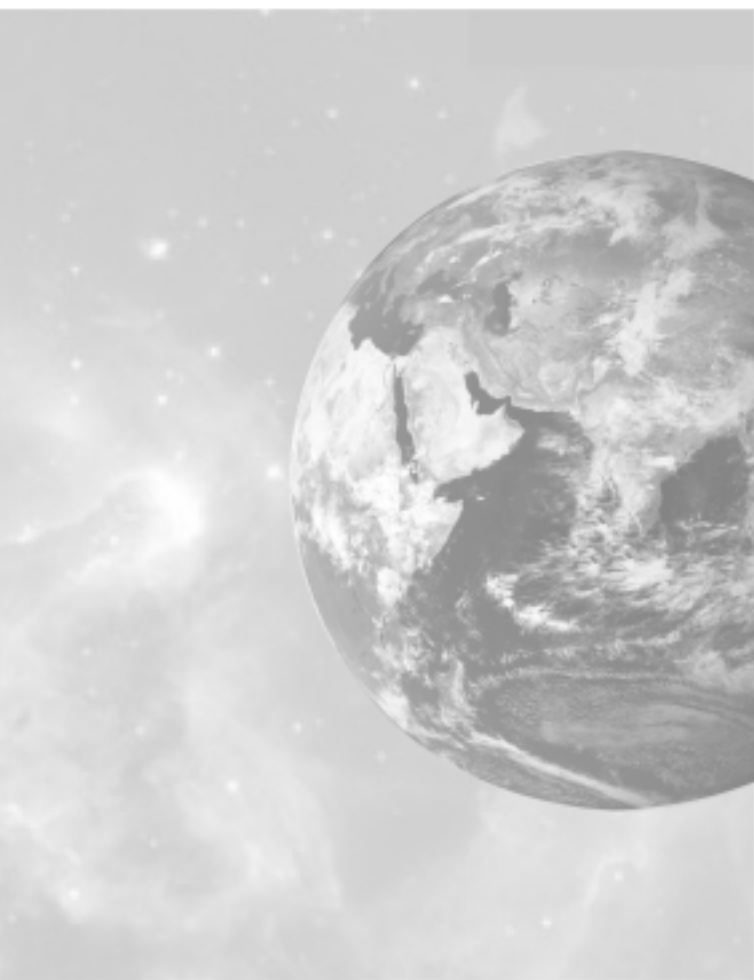
Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner*. New York: Basic Books.

Trigwell, K.; Prosser, M. & Waterhouse, F. (1999). "Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning", *Higher Education*, 37, 57-70.

Vincenti, W. (1990). *What engineers know and how they know it*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Woldbye, F. (1975). Citeret i tidsskriftet: *Forskningen og samfundet*, nr. 6, december. København: Forskningssekretariatet.





Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser

Af Lars Ulriksen

1 Indledning og afgrænsning

Formålet med denne artikel er ifølge opdraget fra *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser* at give bud på elementer af en børne- og ungdomskultur der kan have betydning for elevers og studerendes måder at handle på som brugere af naturfaglige uddannelser. Specielt forsøges årsager til fravalg af videregående naturvidenskabelige uddannelser belyst. Et element i dette er elevers og studerendes holdninger til og interesse for teknologi og naturvidenskab.

Meget kan man sige om naturvidenskabelige og tekniske uddannelser, men opmærksomhed mangler de ikke. I løbet af de seneste 5-10 år er der gennemført en lind strøm af initiativer, undersøgelser, udviklingsprojekter og meget andet - alt sammen med det formål at støtte interessen blandt børn og unge for at søge ind på tekniske og naturvidenskabelige uddannelser (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001a). Opmærksomheden begrundes dels i en bekymring for den almene naturvidenskabelige dannelse blandt børn og unge, dels i problemer med at rekruttere studerende til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Diskussionen om hvorvidt og i så fald hvordan det er rigtigt at tale om et rekrutteringsproblem, ligger dog ikke inden for denne artikels rammer.

Den megen fokus på rekrutteringsproblemerne ved de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser kan imidlertid have som konsekvens at der ikke skelnes mellem forhold der er fælles for flere uddannelser (og for arbejdsmarkedet, foreningslivet mv.), og forhold som er særlige for det tekniske og naturvidenskabelige område. Således kan en række af de forhold som fremhæves inden for det tekniske og naturvidenskabelige område,

genfindes i forhold til sprogfagene i de videregående uddannelser: for lille søgning og stort frafald. (Humanistisk Uddannelsesråd, 2001, se også Jensen, 2001).

I artiklen vil jeg både forsøge at pege på forhold som har betydning for de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser, men som ikke direkte udspringer af disse uddannelser eller fagområdet selv, og på forhold som mere direkte kan forbindes med teknologien, naturvidenskaben og uddannelserne her. Artiklens opbygning er derfor at der først rides nogle generelle samfundsmæssige træk op som har betydning for børne- og ungdomskulturen. Dernæst tegnes et rids af nogle generelle træk i børne- og ungdomskulturen i forhold til uddannelse og arbejde som det er fremanalyseret i en række undersøgelser. Der trækkes helt overvejende på danske undersøgelser. Og endelig diskuteres en række undersøgelser og forhold som mere direkte har sigte på børnene og de unge set i forhold til teknik og naturvidenskab.

Det er nødvendigt at foretage en afgrænsning. Artiklen beskæftiger sig således primært med børne- og ungdomskultur fra de ældste klasser i folkeskolen til overgangen mellem ungdomsuddannelser og videregående uddannelser. Det hænger sammen med at netop denne aldersgruppe indrammer de uddannelsesvalg som de unge skal træffe, og som har betydning for søgningen til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser. Samtidig er det mainstream-kulturen som behandles. Det betyder at særlige forhold vedrørende grupper med en anden etnisk baggrund end dansk ikke gives nogen særlig behandling. Gruppen af efterkommere og indvandrere har ganske vist en relativt større tilbøjelighed til at søge mod teknik og sundhedsvidenskab end mod eksempelvis humaniora (Undervisningsministeriet, 2001), men hvordan efterkommeres søgemønster vil udvikle sig på lidt længere sigt, er uklart. På samme måde kræver det nærmere analyser end det kan rummes inden for rammerne af denne artikel at sige noget om hvordan kulturen på uddannelserne vil møde nye studerende med en anden baggrund (jf. Hasse, 2002 samt Carter m.fl., 1999 om erfaringer

fra England). Når jeg hen igennem artiklen taler om børn og unge, tænkes der på mainstream-kulturen. Denne generalisering er ganske vist problematisk, men den er nødvendig inden for artiklens rammer.

2 De samfundsmæssige rammer for børne- og ungdomskulturen

Når det trods generaliseringen alligevel er meningsfuldt at sige noget om børne- og ungdomskulturen, så hænger det sammen med at en del af forholdene skal ses i lyset af nogle generelle samfundsmæssige forandringer som har fundet sted gennem det meste af det 20. århundrede og fortsat er i gang. Jeg vil her fokusere på tre elementer: orienteringstab, individualiseringen og hverdagslivets organisering.

2.1 Orienteringstab

Orienteringstabet henviser til at der i stadigt ringere grad er faste mønstre eller værdier at læne sig op ad. Det er en proces som er begyndt med sækulariseringen, hvor religionen mistede sin betydning som uantastet retningsanviser for de valg og domme man skulle træffe. Op gennem det 20. århundrede er autoriteter blevet anfægtet efter tur: ideologier, forældre, præster, lærere, forskere, politikere. Samtidig er de sociale mønstre og livsbaner man ville kunne slå ind på, blevet mindre tydelige og mere åbne.

Den sociale gruppe man tilhører, hvad enten det er en klasse eller et lokalområde, fungerer ikke længere som naturlig orienteringsramme, og ens forældres sociale baggrund og placering angiver ikke på samme måde som tidligere en klar retning for hvilken vej man skal gå. Den sociale arv hvor børns sociale herkomst i vid udstrækning satte dagsordenen for hvad de kunne og ville blive senere i livet, er ikke forsvundet (Hansen, 1995). Men der er alligevel kommet en social mobilitet som er større end den var tidligere, blandt andet fordi uddannelses-

niveauet totalt set er steget. Frem for alt hersker der en *forestilling* om at alle muligheder ligger åbne, og at det blot er et spørgsmål om at vælge. Det er imidlertid en forestilling som ikke nødvendigvis afspejler virkeligheden for alle unge. Det er ikke alle unge som har rammer eller ressourcer til at vælge hvad de vil, eller til at realisere de valg de gerne vil træffe. Men forestillingen om at det er muligt, er stærk og kan opfattes som en ny social differentiering mellem de unge som kan udnytte åbningerne, og de som alene kan påstå at de kan.

Orienteringstabet betyder med andre ord både at der skal træffes flere valg fordi færre ting er givet på forhånd, og at disse valg skal træffes med færre klare målestokke eller værdier at forholde og støtte sig til. Man er med andre ord stillet i en situation hvor man skal vælge hele tiden, hvor hvert valg skal kunne begrundes, og hvor den enkelte selv bliver målestok. Det er derfor nødvendigt at udvikle kompetencer til at kunne håndtere det kendetegn ved moderniteten som kaldes refleksivitet. Hos den engelske sociolog Anthony Giddens (1996) henviser det til det forhold at individer og institutioner hele tiden må genoverveje beslutninger og handlinger i lyset af viden, mens det hos den tyske socialpsykolog Thomas Ziehe (1989) henviser til at individet hele tiden er nødt til at betragte og kommentere sig selv i forhold til omgivelserne (se også Ulriksen, 2001a, s. 212-217). Giddens' begreb henviser altså til at betingelserne for handlingerne er foranderlige og derfor må være genstand for genovervejelse (men dermed heller ikke kan opleves som endelige), mens Ziehes begreb henviser til individets oplevelse af ikke at være givet i-og-med sig selv, men hele tiden må sætte sig selv i forhold til det sociale omkring sig. Dermed er den enkelte henvist til sig selv, og samtidig altid sat i forhold til de andre.

En central kompetence for det moderne menneske er dermed det som den tyske sociolog Peter Alheit (1995) kalder for biograficitet. Biograficitet henviser til det enkelte menneskes evne til at forholde sig reflekterende og handlende i forhold til sin biografi bagud og med henblik på at kunne handle aktivt i for-

hold til de muligheder og åbninger der har været i det hidtidige livsløb, og som findes i den videre biografiske fortælling.

2.2 Individualiseringen

Med orienteringstab og biograficiteten peges der hen på det andet træk, nemlig individualisering. Thomas Ziehe har i et tidligt arbejde (Ziehe & Stubenrauch, 1983) introduceret begrebet om den kulturelle frisættelse som er tæt forbundet med de opløsninger af overleverede traditioner og mønstre som blev beskrevet i det foregående. Der er derfor en bevidsthedsmæssig side af individualiseringen, nemlig at den enkelte oplever sig frisat i den forstand at man alene må vælge og forme den vej man vil gå, og den identitet man vil udvikle.

Men der er også en faktisk side af individualiseringen som er tydelig i uddannelsessystemet. Her har der de seneste 10-15 år været en stigende grad af opløsning af faste linier og rammer til fordel for systemer hvor hver enkelt elev og studerende selv skal vælge og kombinere sine ønsker. Det gælder valggymnasiet fra slutningen af 1980'erne, den frie ungdomsuddannelse fra midten af 1990'erne, erhvervsuddannelsesreform 2000 med de individuelle uddannelsesplaner og endelig introduktionen af uddannelsesbog fra folkeskolernes 6. klasser hvor de 12-årige elever skal formulere ønsker og valg til deres egen udvikling og uddannelsesforløb, samtidig med at flere skoler tidligere endnu indfører aftaler mellem lærere og elever hvor de individuelt opstiller læringsmål for den kommende periode.

Alle disse tiltag har det fælles træk at barnet og den unge ikke blot kan gå ind i forløb som nogen har tænkt og vurderet for hende. Hun skal hver gang og hele tiden *vælge* og beslutte sig for enten det ene eller det andet. Og i nogle tilfælde (fx uddannelsesbogen) skal hun også begrunde sine valg. Den enkelte elev er altså ikke del af et hold eller et defineret forløb. Hun er individuel uddannelsesnavigator. Individualiseringen er altså ikke kun et slagord. Det er blodig virkelighed for børn og unge i uddannelserne.

2.3 Hverdagslivets organisering

Hverdagslivet er kendetegnet ved en høj grad af opsplitning. Børnene og de unge (og de voksne for den sags skyld) bevæger sig mellem forskellige rum og sammenhænge hvor der ikke nødvendigvis er den store indbyrdes sammenhæng. Det begynder med det psykologen Lars Dencik kalder *dobbeltsoialiseringen* (Dencik, 1999). Dobbeltsoialiseringen dækker over at barnet gennemgår én socialisering i tilknytning til familien og en anden i den 'udenomsfamiliære omsorg', typisk vuggestue og børnehave. Det er op til barnet selv at formidle mellem disse to instanser og socialiseringer. Børnene og de unge bevæger sig ofte mellem forskellige sammenhænge med forskellige voksne, hvor de voksne er så godt som uden indsigt i hvad der foregår de andre steder. Opsplitningen i rum betyder at det er det enkelte individ som bevæger sig mellem rummene, og som må forvalte opdelinger og forskellige socialiseringer - enten ved at bearbejde dem og skabe en sammenhæng mellem dem, eller ved at tilsløre forskellene for sig selv. (Ulriksen, 2001a, s. 218-227).

Denne opdeling af hverdagen i adskilte rum (hjemmet, skolen, fritidsklubben, idrætsforeningen, kammeraterne og for de lidt ældre: fritidsarbejdet) flytter også ind i hjemmet: 91% af de 7-15-årige har eget værelse (Fridberg, 1999, s. 26), flere jo ældre de bliver. Medie- og ungdomssociologen Kirsten Drotner skriver i tilknytning til børns og unges medieforbrug og værelseskultur at den:

".. skyldes snarere, at danske børn fra en tidlig alder opdrages til relativ stor autonomi, som de også forventes at kunne forvalte: mange cykler selv i otteårsalderen fra skolefritidsordning eller til fodbold, og de organiserer deres eftermiddage fra tiårsalderen uden voksenopsyn, fordi begge forældre er på arbejde - omend mor ofte kommer før hjem end far. Blandingen af kort skoletid, høj erhvervsfrekvens for begge forældre og en kulturel tradition for, på godt og ondt, at stole på børns evner til selvforvaltning er elementer, der tilsammen medvirker til det medierige liv på værelset." (Drotner, 2001, s. 43).

En del af denne tid bruges for de 13-15-årige på fritidsarbejde: 63% af drengene og 61% af pigerne havde i 1998 fritidsjob (Fridberg, 1999, s. 30). Dette skal ikke sættes over for idealbilledet af den hjemmegående mor som bagte boller og lavede varm kakao. Der har også tidligere været en høj grad af børnearbejde, selvforvaltning og børneliv uden for de voksnes kendskab. Men forskellen er dels at det ikke længere foregår i skoven eller på gaden, men i andre - af og til fjerne - institutioner, og dels at de voksne er væk fra hjemmet: de går ikke i huset og laver husarbejde, men er fjernet til en anden ramme, en anden sammenhæng, et andet sted.

2.4 Konsekvenser for børne- og ungdomskulturen og uddannelserne

For børnene og de unge betyder disse samfundsmæssige tendenser at en stor del af deres børne- og ungdomsliv handler om at vælge, at skabe sammenhænge, at forvalte modstridende erfaringer, at begrunde valg og at finde ud af hvilke spor eller mønstre de vil lægge ud for sig selv. Børnene vænnes til og er vant til udstrakt selvbestemmelse. Skolen og uddannelserne i øvrigt indgår for de unge som et bidrag til at udvikle kompetencer til at kunne gøre alt dette - for at kunne leve i det moderne. Eller sagt på en anden måde: uddannelsernes betydning for de unges identitetsdannelse og arbejde med at finde sig til rette i det moderne er endnu større end den har været før (Illeris m.fl., 2002). Valget af uddannelse er et mere åbent valg, og et valg som har betydning for de unges forestillinger og billeder af sig selv.

Men samtidig betyder orienteringstab og anfægtelsen af skolens autoritet at skolen ikke er det eneste sted de unge henter bidrag til deres dannelse og identitetsarbejde. Skolen er ét blandt flere felter. Frem for at de unge søger til skolen for at få fortalt hvordan verden hænger sammen, så vurderer de unge nu skolen - og andre sammenhænge de indgår i - efter hvordan disse sammenhænge kan bidrage til deres arbejde med at få verden og én selv til at hænge sammen. Kammerater, fritidsaktiviteter, fritidsjob og skoler indgår i den samlede prioritering af børnenes tid.

Denne prioritering af tiden hvor uddannelsen ikke nødvendigvis har forrang, træder tydeligt frem i Steen Beck & Birgitte Gottliebs undersøgelse af lærere og elever i gymnasiet. Her har de blandt andet i en kvantitativ del af undersøgelsen spurgt til om eleverne var enige i at læreren kunne forvente at eleverne opfatter gymnasiet som deres vigtigste arbejde. Det var 48% (enten helt enige eller meget enige), mens 42% havde nogle forbehold (enten lidt enige, hverken enig eller uenig eller lidt uenig). 10% afviste det (enten meget eller helt uenig) (Beck & Gottlieb, 2002, s. 115).

3 Generelle indstillinger til uddannelser

De samfundsmæssige processer og forandringer som er beskrevet i det foregående, har også sat sig spor i de unges forventninger og krav til uddannelser. Igen er det væsentligt at pointere, at de samme mønstre af ændringer også kan findes i de unges forhold til andre aktiviteter, som fx politisk arbejde (Nielsen, 2002) eller arbejdslivet (Simonsen & Katznelson, 2000). Det er med andre ord hverken uddannelser eller naturvidenskaben som det går særligt ud over. Men fordi uddannelse samfundsmæssigt udgør så centralt et punkt, er det også her en del af opmærksomheden kanaliseres hen.

Jeg vil fremhæve fire træk som kendetegner de studerendes forventninger og krav til studierne, og som indgår som elementer i den rationalitet de unge vælger studier efter (se Ulriksen, 2001b og Illeris m.fl., 2002, s. 155-163).

3.1 Studiet skal være personligt meningsfyldt

Et bærende element i indstillingen til studier er at det er interessen som skal drive værket. Man skal lave tingene fordi man har lyst, fordi man 'brænder for det', med et udtryk som går igen i flere undersøgelser. De unge søger efter det som er 'lige dem', og forventningen til uddannelsen kan også (som det udtrykkes af en basisstuderende på RUC) være et ønske om at *finde det* man brænder for. En anden parameter er om studiet

opleves udviklende, om det flytter sig, og ikke bare er det samme og det samme. Monotoni og ensformighed er noget af det værste de unge kan forestille sig (jf. også Pless, 2001, s. 19). Samtidig står det også centralt for mange unge at de sætter spor, at det ikke er ligegyldigt om man har været til stede.

Der er plads til en vis tålmodighed, men ikke for meget. Det hænger sammen med at identitetsarbejdet er så centralt i forhold til uddannelserne. Man skal kunne holde sig selv ud, som én der går på denne uddannelse, og som en der vælger at blive. At fortsætte med noget som ikke er det man brænder for, kan opleves som et svigt over for en selv.

Forventningen om det personligt meningsfyldte betyder også at indholdet i uddannelserne skal begrundes i forhold til den unge selv og hendes interesser. Det er en stærk diskurs som betyder at de unge oplever at de *skal* begrunde deres studievalg i forhold til helt egen interesse. Selv om de også kan have begrundelser, eksempelvis i forhold til studiets nytte for andre, så er det en begrundelse som ikke har samme legitimitet i alle dele af de unges kultur.

Der er nogle forskelle her. I en undersøgelse blandt gymnasieelever i htx og i det almene gymnasiums matematiske linie finder Mette Pless (2001) at eleverne i htx og de elever som har en orientering mod det teknisk-naturvidenskabelige område, er mere opmærksomme på arbejdsmulighederne efter uddannelsen (s. 9). Samtidig finder hun dog som en generel orientering i forhold til uddannelse at de unge vil *“begejstres, ikke bindes”* (s. 18). Betoningen af interesse og at ‘brænde for’ kan også genfindes i kvantitative undersøgelser hvor populationen er større. Det gælder sociologen Lilli Zeuners undersøgelse af unges livsværdier og uddannelsesvalg, hvor det hun kalder ‘indre oplevelser’ (at udvikle sig eller lære sig selv at kende) har høj prioritet (Zeuner, 2000). Studenterrådet ved Aarhus Universitet har i deres store undersøgelse af studiemiljø og frafald fundet at på nær økonomi- og jurastudiet er det den ‘indre motivation’ som er den bærende. Det dækker over studerende som har svaret at

de læser af interesse, at de brænder for deres studium osv., modsat den ydre motivation hvor eksamensresultatet tillægges mere værdi end læreprocessen, og hvor jobperspektivet er det dominerende. (Larsen, 2000, s. 68f).

3.2 Man skal vælge selv

Dette træk er en konsekvens af den del af orienteringstabets som betyder at der ikke er faste rammer eller støtter at læne sig op ad. For de unge betyder det at de har en glasklar bevidsthed om at de skal vælge selv, og at de ikke kan forvente at nogen kan hjælpe dem med det. Det har både karakter af en ret og en pligt. På den ene side forventer de muligheden for at kunne vælge. De er forbeholdne over for fast udstukne retningslinier som betyder at de ikke selv kan bestemme hvad de gerne vil, bl.a. fordi det anfægter muligheden for at være loyal over for sig selv.

På en anden side er det en forbandelse. De unge er henvist til sig selv og deres egne valg. Selv om de møder en syndflod af informations- og vejledningstilbud på uddannelsesstederne, så er den subjektive oplevelse at der ikke er nogen som kan hjælpe dem, eller som *“holder dig i hånden, og siger at ... det her det er godt, det her det er skidt [...] Der er overhovedet ingen støtte til at vælge”* som en fysikstuderende udtrykker det. (Illeris m.fl., 2002, s. 160).

Det forhold at man skal vælge selv, er derfor nok en meget fri position, men det er også en meget ensom og udsat position. Den unge er henvist til sig selv, og går noget galt er der ingen andre steder at sende bebrejdelsen hen end tilbage til en selv.

3.3 Alt er foreløbigt

Også denne indstilling har karakter af et grundvilkår: for de unge er det helt indlysende at tingene kan ændre sig. Man kan få andre interesser, man kan brænde for noget nyt, omstændighederne kan ændre sig så det valg man traf før, ikke længere er gyldigt. Set udefra ligner det en umoden og uansvarlig labilitet og zappen rundt. Set indefra er det en konsekvens af væsent-

ligheden af at man skal brænde for det man laver, at man skal være autentisk over for sig selv, og at verden er foranderlig, jf. ovenfor om Giddens' begreb om refleksivitet.

For de unge er det et grundvilkår som betyder at valg ikke binder. 'Jeg har lyst til det her lige nu, så det går jeg ind i, men måske får jeg lyst til noget andet senere'. Det betyder at uddannelsesvalg ikke nødvendigvis er en livsplan, og studieskift bliver derfor en mulighed, man som studerende må regne med. Men det betyder ikke at valgene træffes let eller at de unge ikke mener det alvorligt. Hvert valg er alvor. Men det er en anerkendelse af at det er umuligt at planlægge.

Et andet aspekt ved opfattelsen af at alting kan ændres, er at det bliver vigtigt for de unge ikke at brænde broer. Valg træffes derfor også i forhold til graden af fravalg - om der lukkes døre og muligheder.

Naturligvis er der også blandt de unge nogen som vælger sig ind på en uddannelse med en forventning om at det er sandsynligt de ikke afslutter den, men det er bedre at være dér end så mange andre steder. Og tilsvarende skal det huskes at valget af uddannelse for de unge skal ses i sammenhæng med de øvrige dele af livet, således at valget af studium skal tilpasses muligheden for at realisere valg i andre dele af tilværelsen - herunder fritidsaktiviteter, venner osv.

3.4 Ambivalens

Det fjerde træk sigter til at de studerende i nogle sammenhænge på én gang kan opleves at efterlyse og afvise den samme ting. Det gælder fx forholdet til autoriteter og rammer, og det gælder forholdet til uddannelse.

I forhold til autoriteter og rammer kan man fra studerende opleve at de efterlyser strammere styring eller klarere definering af hvad de skal lave, eller hvordan tingene skal foregå. Samtidig er det ofte erfaringen at de ikke vil rette sig efter de rammer eller forklaringer som stikkes ud. De vil gerne have

læreren til at fortælle hvad det er de skal lære, men de vil samtidig selv have mulighed for at bestemme hvad uddannelsen skal indeholde. Således er det meget sandsynligt at den studerende som ovenfor efterlyste nogen til at fortælle hvad der er godt, og hvad der er skidt, ikke ville rette sig efter denne vejledning. Man skal vælge selv.

Tilsvarende med uddannelse. Uddannelse skal være noget man er interesseret i eller brænder for. Men samtidig er det for mange unge klart at de skal have en uddannelse for ikke at blive sat af det samfundsmæssige tog. Uddannelse kommer dermed til at svæve mellem lyst og tvang, og det kan give nogle lidt uklare relationer og forventninger i undervisningen. Dette forhold kan muligvis bidrage til at forklare et resultat fra Steen Beck & Birgitte Gottliebs undersøgelse blandt gymnasieelever, som blev omtalt ovenfor.

I undersøgelsen har Beck & Gottlieb spurgt eleverne om læreren kan forlange at eleven har læst sine lektier (85%), at eleven spørger til faget (24%), at eleven er nysgerrig i forhold til faget (14%), at eleven deltager i gruppearbejde (82%), og det tidligere nævnte spørgsmål om at eleven skulle betragte gymnasiet som sit vigtigste arbejde (48%) (Beck & Gottlieb, 2002, s. 110-116). Tallene i parentes er de elever som er enten helt eller meget enige. Beck & Gottlieb konkluderer at eleverne accepterer krav som vedrører hvad de skal gøre (interpersonelle) i modsætning til hvad eleven selv mener (intrapersonelle), og de accepterer krav der vedrører det målrationelle og 'nødvendige' (hårde) snarere end krav om motivation og vilje (bløde).

Beck & Gottlieb skriver:

“Det mønster, der tegner sig i et kollektivt portræt som ovenstående, peger på, at en meget stor procentdel af gymnasieeleverne har en tendens til at opfatte undervisning som et ‘spil’, hvis uskrevne regler er, at lærere kan stille krav til, hvad man skal ‘gøre’, men at de ikke har ret til ens ‘sjæl’. Der er ting, man accepterer at gøre, men

lige netop der, hvor det handler om motivation til selv at overtage perspektivet ved at aktivere nysgerrighed og spørgelyst, der opfattes det blandt mange elever som værende op til den enkelte elev selv at bestemme, hvor meget man vil investere. [...] Spørgsmål om elevers nysgerrighed og engagement er for en stor gruppes vedkommende ikke noget, læreren skal blande sig i, for eleven opfatter sig som moden til at afgøre, hvornår man skal engagere sig og hvornår man kan lade være.” (s. 116).

Den traditionelle tilskrivning af autonomi til børnene som Kirsten Drotner observerede i citatet tidligere, sætter sig igennem her: vi kan godt selv. Men set i forhold til ambivalensen kan man også udtrykke Beck & Gottliebs resultater på den måde at eleverne på den ene side oplever at de er nødt til at være i gymnasiet (og i den forstand er de ikke forpligtet på at synes det er interessant), men på den anden side skal det være spændende og udviklende, og derfor er de nødt til at udvikle strategier for at gøre de tre år værd at sidde igennem. Det kan for nogens vedkommende ske ved at udvikle en faglig interesse for dele af undervisningen, men det kan også ske ved at udvikle de sociale sider af gymnasielivet så det bliver dén del af uddannelsen man vægter. Denne strategi finder Camilla Hutter (2001) et eksempel på i sin undersøgelse (se nedenfor).

For de videregående uddannelser vil situationen være lidt anderledes fordi valget og viften af muligheder er større, og følelsen af at være i uddannelsen af simpel nødvendighed (som nogle gymnasieelever kan give indtryk af at have) vil derfor være mindre udbredt.

3.5 Rationaliteten i de studerendes indstillinger

De fire træk udgør grundelementerne i de studerendes valg af studier og studiepraksis. Selvom disse indstillinger ud fra en traditionel forestilling om rationalitet i uddannelsesvalg ser vilkårlige og irrationelle ud, så skal de snarere ses som en fornuft der er konsekvent i sit subjektive udgangspunkt og i sine kriterier. Denne fornuft betyder for det første at de studerende vil

søge derhen hvor de oplever at kunne arbejde med noget interessant, noget spændende, noget som udvikler dem, og som de oplever er lige dem. For en del af de studerende vil der sandsynligvis også indgå nogle forestillinger om hvilket arbejdspektriv, studiet kan have, men dels er forestillingen om arbejdet næppe særlig konkret, dels vil kravene og forventningerne til arbejdet i vid udstrækning følge de samme træk som forventningerne til studiet.

Det er imidlertid igen væsentligt at understrege at en del af den valgfrihed og forestilling om at kunne forme sit eget liv som går som en understrøm gennem den indstilling til studier som er blevet beskrevet, netop er en forestilling, jf. ovenfor om den sociale arv. For mange af de unge er valget mindre frit og åbent end både de og retorikken i offentligheden lader ane. De unge skal derfor ikke alene vælge den uddannelse og den livsbane som er 'lige dem'; de skal også få de begrænsninger der ligger som følge af forhold uden for dem selv, til at fremstå som deres egne valg.

Camilla Hutters har i en artikel fra et igangværende længdesnitstudium af ti unge som i 2000 afsluttede det almene gymnasium med en studentereksamen, indfanget en del af dette spørgsmål med begreberne længsel og mestring (Hutters, 2001). Hun peger her på at de unges valg af uddannelsesbane og øvrige sociale praksisser kan ses i denne udspænding. På den ene side er der længslen efter at opnå en placering i det sociale landskab, hvor man opnår at blive genkendt og anerkendt som kompetent subjekt med nogle bestemte egenskaber og muligheder: en social positionering hedder det inde for denne tradition. På den anden side er der mestringen af de sociale praksisser i forskellige sociale sammenhænge. Her spiller den enkeltes sociale baggrund og såvel tavse som eksplicitte forudsætninger for at bevæge sig i disse sammenhænge (det den franske sociolog Pierre Bourdieu kalder *habitus*) en afgørende rolle, fordi de efterlader nogle mulige måder at gå ind i disse sociale sammenhænge på mens andre er udelukket. Der kan være sociale sammenhænge som ens *habitus* ikke gør en i

stand til at mestre, og som man er udelukket fra, eller hvor man placeres i en ufordelagtig position hvis man alligevel bevæger sig ind fordi man hverken mestrer den kropslige eller kulturelle form, som gælder der.

Skole og uddannelse er en sådan social sammenhæng. Den kalder på bestemte kompetencer, for at opnå en social placering, og børnenes og de unges forudsætninger for at mestre dette rum er forskelligt. Disse forskelle sætter sig spor i den måde barnet eller den unge opfattes på og tilkendes placering i dette rum: som den stille pige, som det socialt udsatte barn, som bogormen osv. Hutters viser gennem to konkrete eksempler hvordan folkeskolen og gymnasiet udgør ret fastlåste rum, som efterlader nogle af de unge med meget få muligheder for at opnå en social placering som er bærlig for dem. Deres mulighed for at indløse længslen efter at opnå en social positionering begrænses af det rum skolen efterlader dem at handle i, og af de forudsætninger de har for at mestre rummet. Derfor søger nogle af de unge i stedet at imødekomme længslen uden for skolen, og en væsentlig drivkraft i de unges skabelse af en social identitet, men også i deres begrundelse for valg af uddannelse (både gymnasiet og forestillinger videre frem), udspringer af erfaringer og inspiration *uden for* skolen: fra fritidslivet, kammerater, medieformidlede muligheder. Uddannelsernes socialt begrænsede rum gør det med andre ord nødvendigt for nogle af de unge at finde begrundelser og muligheder andre steder, og det fører i nogle tilfælde til at de unges praksis inden for skolerummet bliver underordnet det øvrige sociale projekt (fx Hutters, 2001, s. 44).

3.6 Konsekvenser for uddannelser og uddannelsesvalg

Skolens og uddannelsernes placering i de indstillinger hos de unge som er beskrevet i det foregående, er ikke entydig. Snarere kan man sige at uddannelserne ikke har nogen monopolstatus i de unges opmærksomhed, men indgår som en del af de unges arbejde med at finde en linie og nogle sammenhænge som de kan genkende sig selv i, og som de gerne vil genkendes

i af andre. Her giver uddannelser nogle muligheder fordi det er et socialt anerkendt felt at placere sig i, men det lukker også muligheder af og begrænser i nogle tilfælde mulighederne på en måde som får de unge til at søge i andre retninger.

I forhold til det almene gymnasium har Birthe Louise Bugge & Peter Harder (2002) argumenteret for at et centralt problem er at skolens kultur ikke udgør en tilstrækkelig fast modvægt mod alle de andre aktiviteter i de unges liv som kræver opmærksomhed. Fritidslivet og dets logik flyder ind over skolen, og skolen har forladt en kultur hvor den stiller krav og lader der være konsekvenser af den måde eleverne forvalter skolelivet. Med henvisning til blandt andre Thomas Ziehe (1998 og 2001) argumenterer de for at skolen frem for at åbne sig endnu mere for de unges kultur skal etablere en anden kultur som har krav og konsekvenser, og som præsenterer sig som noget *andet* end hverdagens og fritidens kultur.

Bugge & Harder peger på et væsentligt punkt i forhold til skolens og uddannelsernes måder at fungere på og de problemer der opstår i de unges forvaltning af dem. De viser betydningen af de sociale og institutionelle rammer som skolen og uddannelsernes kultur er en del af. Men i tilknytning til denne analyse er det væsentligt at de unges måder at gå ind i uddannelserne på *både* skal tilskrives uddannelsernes manglende klare rammer og kultur *og* at de unge er involveret i et projekt der går ud på at skabe en identitet og en livsbane. Det er et projekt som de unge ikke kan vælge ikke at gå ind i, og samtidig er det et projekt hvor skolen ganske vist indgår som et væsentligt element, men også må indse at den ikke kan stå alene som det sted hvor identitetsarbejdet skal foregå.

4 Særlige forhold vedrørende teknik og naturvidenskab

I det foregående har jeg peget på en række forhold vedrørende børnenes og de unges kultur, forbindelsen til nogle længerevarende samfundsmæssige processer og nogle konsekvenser for

skole og uddannelse. Det er forhold som har generel karakter, og som kan mærkes bredt i uddannelsessystemet og på arbejdsmarkedet. De findes som problemer med rekruttering og fastholdelse og som problemer med at få de unge og de eksisterende rammer og institutioner til at svinge sammen. Det gælder hvad enten man taler om rekruttering til finanssektoren, jern- og metalindustrien, hotel- og restaurationsbranchen, fremmedsprogstudier i de videregående uddannelser eller til ingeniøruddannelserne. Den første centrale pointe i denne artikel er derfor at det ikke er alle de problemer som de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser møder, som er særlige for dem, og det er derfor heller ikke sikkert det er problemer som kan løses. Måske kan de kun håndteres.

Samtidig er der nogle forhold som varierer mellem forskellige områder de unge befinder sig i, fordi disse områder er forskellige, og fordi de unge som søger mod områderne, repræsenterer variationer af det billede som er tegnet op med en bredere pensel i det foregående. Der er i de seneste år gennemført en række studier af unges forhold til naturvidenskab som dels har søgt at rejse spørgsmålet bredt og grundlæggende (Paludan, 2000, hvor en del dog trækker på en undersøgelse fra gymnasiet), dels har forholdt sig mere direkte til enkelte områder: folkeskolen (Broch & Egelund, 2001, Egelund & Broch, 2002), overgangen fra folkeskole til ungdomsuddannelse (Skov, 1998, hvor spørgsmålet om teknik og naturvidenskab ikke er centrum for undersøgelsen, men berøres som en del af den), gymnasiet (Krogh & Thomsen, 2000, Krogh m.fl., 2001, Dolin, 2002) og de videregående uddannelser (Pless, 2001, Hasse, 2002, Reisby, 2001, Busch, 2001, Ulriksen, 2001c). Hertil kommer en række studier og projekter som sigter på selve undervisningen i fagene.

Undersøgelsen af undervisningen i naturfag og teknik i folkeskolen, som er gennemført af Niels Egelund & Tordis Broch (2001, 2002), konkluderer i forhold til elevernes opfattelse af fagområdet at læreren og måske især undervisningsmetoderne har betydelig indflydelse. Særligt de undervisningsformer hvor

eleverne er aktivt deltagende i undervisningen, fremhæves (Broch & Egelund, 2001, s. 119), men det er, som det nævnes (s. 130), et forhold som gælder alle skolens fag.

Samtidig opfatter en del af eleverne fysik/kemi som et fag der stiller krav, og som er svært (Broch & Egelund, 2001, s. 121). Det er motiverende for nogen (som er glade for at der stilles krav), mens det kan koble andre af.

Oplevelsen af om faget er svært, kan have betydning for det videre studievalg. Poul Skovs (1998) undersøgelse af unges studievalg peger på det (næppe overraskende) forhold at unge som oplever at de fagligt klarer sig over middel, i højere grad er tilbøjelige til at søge en studieforberevende gymnasial uddannelse, end elever der oplever de ligger fagligt under middel. I denne sammenhæng kan det have betydning at natur- og teknikfagene opleves som fag der stiller større krav, og dermed tydeligere træder frem som fag man ikke ønsker at fortsætte med.

Det kommer frem i et andet spørgsmål i undersøgelsen, hvor de unge i 9. og 10. klasse er blevet spurgt om hvilke områder de *ikke* ønskede at beskæftige sig med i en kommende uddannelse. Dette svar er sammenholdt med hvor de unge befandt sig tre år efter. Her er det mellem halvdelen (for de unge som er i teknisk erhvervsuddannelse) og 80% (for de sproglige gymnasieelever) som ikke ønsker at beskæftige sig med fysik/kemi. Mere påfaldende er det måske at 20% af htx-eleverne og 22% af eleverne i matematisk gymnasium har angivet at de ikke ønskede at beskæftige sig med fysik/kemi (Skov, 1998, s. 28). En fysik/kemilærer i gymnasiet som går ind til en klasse på 28 elever må altså forvente at fem-seks af dem egentlig hellere ville undvære faget.

I Lars Krogh & Poul V. Thomsens undersøgelse af fysikundervisningen i 1. gymnasieklasse (i det almene gymnasiums matematiske del må man formode, men det fremgår ikke eksplicit) har de i en kvantitativ spørgeskemaundersøgelse spurgt til ele-

vernes engagement og lyst til fysik og elevernes egen vurdering af deres faglige niveau. Her er faget mere populært end hos Skov. Således er det kun 15% som svarer at de ikke har lyst og engagement i forhold til faget (Krogh & Thomsen, 2000, s. 14) over for de 22% hos Skov. Det får Dolin (2002) til at kommentere at Skovs undersøgelse ikke er fuldt dækkende (s. 17). Forskellen mellem de 15 og de 22% kan imidlertid også forklares med at nogen af de elever som helst vil undgå at fortsætte med fysik, ikke nødvendigvis vil svare at de ikke kan lide faget. Det er tænkeligt at man godt kan synes faget er nogenlunde interessant eller glimtvis fascinerende, men alligevel nødig vil lade det indgå i ens videre uddannelsesforløb.

I vurderingen af egen faglig formåen i folkeskolen får faget 'godt' (3 på skalaen) (s. 16). Til gengæld falder både elevernes lyst og engagement i faget og deres oplevelse af hvordan de klarer sig fagligt, signifikant i 1.g.

Dette resultat understøttes af opfølgningen i 2.g, hvor elevernes lyst og engagement i fysik er dalet yderligere og klart mere end i forhold til gymnasiefag i almindelighed (Krogh m.fl., 2001, s. 8). Forfatterne konkluderer at:

“det i overvejende grad er elevernes oplevelse af fysik i gymnasiet - og selvfølgelig deres øvrige personlige udvikling - som præger deres slutevaluering [i 2.g, lu]. Ikke en medfødt eller opdragelsesmæssig habitus, endsize en definitiv prægning fra folkeskolen.” (s. 13).

I Danmarks Evalueringsinstituts evaluering af fysik i gymnasiet finder man et tilsvarende fald i interessen fra 1. til 2.g. Samlet for elever på alle tre årgange finder Evalueringsinstituttet at ca. 60% finder faget i høj grad eller i nogen grad spændende, mens ca. 40% finder det i begrænset grad eller slet ikke spændende. 70% finder det i høj grad eller i nogen grad svært, mens 30% finder det i begrænset grad eller slet ikke svært. (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001b, s. 68).

I modsætning til engagementet i faget falder elevernes faglige

selvværd ikke yderligere i 2.g. Derimod er selvværdet markant lavere i fysik end deres faglige selvværd i forhold til gymnasiet i almindelighed (Krogh m.fl., 2001, s. 12). Samtidig peger forfatterne på at oplevelsen af fagligt selvværd ikke kan reduceres til et spørgsmål om karakterniveau. Den lavere vurdering af fagligt niveau i fysik i forhold til andre fag svarer nemlig ikke til forskel i karakterniveau (op.cit., s. 13).

Det er ikke muligt at give noget klart svar på hvad det er som får eleverne til i højere grad at miste interessen og selvtiliden i forhold til fysik end i forhold til andre fag. Undersøgelsen har forsøgt at indkredse den undervisningsstil som findes i fysikundervisningen, og konkluderer at *“eleverne oplever faget mere positivt, når den sædvanligvis fagcentrerede undervisning tilføres konstruktivistiske islet”* (Krogh m.fl., 2001, s. 39). Her er en fagcentreret undervisning kendetegnet ved at fagets strukturer er omdrejningspunktet, mens den konstruktivistiske undervisningsstil sætter elevens læreprocesser i fokus. (Krogh & Thomsen, 2000, s. 44).

Det er en konklusion som både viser tilbage til resultaterne fra Broch & Egelunds (2001) undersøgelse af folkeskolen, og som finder støtte i Dolins (2002) studie af undervisningen i tre gymnasieklasser. Her finder han at i alt lidt over 20% af de 78 elever finder fysik sværere end øvrige fag, mens 30% finder det lettere. En enkelt af de tre klasser skiller sig ud ved at næsten 50% finder det sværere, og kun 5% finder det lettere (s. 304f). Dolin konkluderer at forskellene i elevernes opfattelser af fysik og fysikundervisningen:

“kan tilskrives forskellene i de tre læreres undervisningsposition. [...] en lærercentreret/indholdsorienteret undervisningsposition virker mindre motiverende end en tilgang til undervisning som i højere grad vægter almenpædagogiske forhold og elevernes eget møde med fagets problemer.” (s. 330).

Krogh m.fl. (2001) har også spurgt til elevernes valg af fysik på højt niveau. Her scorer begrundelsen ‘jeg er interesseret i faget’

højt (mellem 4 og 5 på en 5 trins skala), men også oplevelsen af at være god til faget (ca. 3,5) og (en smule lavere) at faget skal bruges i uddannelse og/eller job, og at faget giver flere muligheder i fremtiden (s. 35). Samtidig peger tallene på at elever der vælger højt niveau i fysik, i højere grad end andre elever skal bruge faget i uddannelse eller erhverv (s. 36), og forfatterne konkluderer:

“For nogle elever synes valget [af fysik som højniveau fag] dog at være enten instrumentelt eller udtryk for ‘i mangel af bedre’. Således er op mod 30 % af HN-fysiktilvælgerne ikke synderligt engagerede i fysik.” (s. 39).

Denne tilsyneladende større orientering mod anvendelse og arbejde findes også i Mette Pless’ undersøgelse blandt 3.g-elever (Pless, 2001). Mens de øvrige undersøgelser som er blevet omtalt, lægger fokus på hvad der sker i undervisningen og i skolesammenhæng, er Mette Pless’ (2001) undersøgelse i højere grad rettet mod elevernes opfattelse af teknik og naturvidenskab med henblik på et senere studie- og erhvervsvalg. Det billede som tegner sig i undersøgelsen, er at teknik og naturvidenskab forbindes med noget tørt, kedeligt og anonymt, hvor det er svært at bruge sig selv eller komme til orde: ‘man kan ikke diskutere matematik’ (s. 25). Naturvidenskaben er indskrænkende, som en af eleverne formulerer det, for der mangler muligheden for at kunne diskutere om der er flere svar.

En tilsvarende opfattelse finder Helene Sørensen (i Reisby, 2001) blandt kemistuderende på universitetet. Hun bemærker at *“undervisningen på de første år på studiet præsenterer kemien som et meget velafgrænset vidensområde”* (s. 115), og at brugen af lærebøger de første to-tre år af studiet understøtter dette indtryk: teorierne står ikke til diskussion. At gymnasieeleverne i Mette Pless’ undersøgelse altså ikke bare er vildledt af manglende kendskab til fagene, kommer til udtryk når en 4. årsstuderende i Helene Sørensens undersøgelse citeres for følgende:

“der er ikke noget med ‘måske’ på kemi, eller i det hele taget på naturvidenskab. Man ved, at det passer. Altså hvis man har teorien, jamen så passer det rent faktisk. Og hvis der er tvivl om teorien, så måler man og ser, hvad for en der er tættest på sandheden. Så er det stort set overstået.” (Reisby, 2001, s. 115).

På samme måde diskuterer Sørensen spørgsmålet om hvornår man bliver kemiker, og peger på at der sker et skift fra de første års studium hvor der præsenteres færdig viden, og svarene er givet, og til slutningen af studiet hvor de studerende lukkes ind i den del af faget, og hvor forskerne er uenige, og svarene ikke ligger fast. Henrik Busch (2001) betoner en tilsvarende pointe ved at pege på at de studerende i de første år af fysikstudiet på universitetet er holdt væk fra den del af faget hvor der *produceres* viden, og alene har adgang til den del hvor der *formidles* viden. Der er en adskillelse gennem undervisningens indhold og tilrettelæggelse, men også rent fysisk i forhold til hvilke dele af instituttets bygninger de vidensproducerende og de videnstilegnende har adgang til.

For en del af de unge i Pless' undersøgelse fremstår ingeniørfaget som kedeligt. Ingeniører er dem der konstruerer broer, i stedet for at være dem som tegner dem. Forholdet mellem rutine og udvikling kan også findes i forhold til forestillinger om forskning. En elev henviser til en virksomhed de har besøgt, hvor nogle kemikere forskede i udvikling af blødere plasticmateriale med forskellige smeltepunkter. Han kommenterer:

“Og det synes jeg bare ikke er udfordrende nok, overhovedet [...] Fordi altså hvad, hvad kan det bruges til. Altså til at gøre en ring blødere. Altså det synes jeg overhovedet ikke er interessant. Altså, det er ikke uvist nok, det er ikke spændende nok. Der kommer ikke noget stort ud af at finde ud af det.” (Pless, 2001, s. 13).

‘Noget stort’, forklarer han da han bliver spurgt, kunne være et middel eller vaccine mod kræft, allergi eller demens, eller at lave biler der ikke forurener.

For andre af eleverne i undersøgelsen ses ingeniørfaget netop som et fag med muligheder for at skabe og udvikle noget, i modsætning til eksempelvis at være laborant (s. 26). Tilsvarende argumenter kan man møde blandt fysikstuderende som begrundelse for valget af fysik frem for humaniora: fysik kan bruges til noget i modsætning til en analyse af et digt. Og på samme måde er det for nogle elever netop en styrke ved faget at der kan gives et svar (s. 36).

I en undersøgelse blandt 1. årsstuderende i fysikstudiet (Ulriksen, 2001c) fremhæver flere netop muligheden for at opdage eller finde noget nyt som en mulighed inden for naturvidenskaben. Det er her der stadig er hvide pletter på landkortet, og arbejdet med de store spørgsmål i tilværelsen blev af flere af de studerende fremhævet som et fascinerende aspekt ved fysikstudiet.

5 Betydning af børnenes og de unges kultur i forhold til teknologi og naturvidenskab

Hvilken forbindelse kan man udpege mellem på den ene side den kultur og de indstillinger som hos børn og unge kan findes i forhold til uddannelse i almindelighed og de tekniske og naturvidenskabelige fag i særdeleshed, og på den anden side nogle af de træk som kendetegner tek-nat-fagene?

På nogle punkter kan man sige at tek-nat-fagene tilbyder noget af det som de unge har mistet i moderniteten. Teknikken og naturvidenskaben tilbyder nogle relativt sikre forklaringer på fænomener og kan på den måde træde frem som et mere fast og måske også stabilt vidensrum over for det mere generelle orienteringstab. Tilsvarende repræsenterer teknologien og naturvidenskaben nogle områder hvor der stadig er noget at opdage, hvor der er hvide pletter på landkortet, som nogle fysikstuderende udtrykte det. Der er muligheder for at sætte spor. Fagene rummer med andre ord nogle muligheder i for-

hold til kulturen, men der ligger også nogle vanskeligheder for fagene.

Den første vanskelighed viser sig i det paradoks at tek-nat-fagene tilsyneladende af mange unge opfattes helt modsat: som fag hvor man ikke kan finde forklaringer og orienteringer, og hvor det ikke er muligt at sætte spor. Dette paradoks kan ikke alene forklares med ukendskab eller dårlig markedsføring. Således er det tankevækkende (som Pless, 2001, s. 49) påpeger) at nogle af de forestillinger de unge har om ingeniørarbejde, i vid udstrækning svarer til de billeder og oplevelser ingeniører selv giver udtryk for, når de skal tale om deres arbejde. Måske er det ikke fordomme, men korrekte opfattelser, de unge har?

For det andet ligger der en vanskelighed i selve fagenes struktur og karakter. De tekniske og naturvidenskabelige fag (og især de såkaldte hårde nat-fag, dvs. matematik, fysik og kemi) er kendetegnet ved at være forudsætningstunge og have en lodret vidensstruktur (Bernstein, 2001). Det vil sige at faget er kendetegnet ved en udvikling hvor der bygges oven på eksisterende viden og erkendelse, og at der derfor er en høj grad af tilegnelse af eksisterende viden før man som studerende kommer til at arbejde med åbne spørgsmål.

Denne lodrette, men også hierarkiske, struktur støder sammen med de unges forventninger om at sætte sig selv i spil og om at arbejde med noget som vedrører netop dem. Dette sammenstød forstærkes af uddannelsernes adskillelse af vidensproduktion og -formidling, jf. ovenfor. De studerende præsenteres i uddannelserne for noget færdigt og afrundet og lukkes først senere ind i de åbne rum hvor der er spørgsmål og erkendelse. Der er derfor en lang bodsvandring for en ung som ønsker at forstå de store spørgsmål, før man kommer i nærheden af dem.

Vanskelighederne knyttet til fagenes hierarkiske karakter bliver yderligere forstærket af at fagene tilsyneladende i højere grad end andre fag opleves som svære. De anstrengelser som skal til

for at lære store dele af fagene, betyder at der er en risiko for at unge står af. Pointen her er ikke at det skyldes magelighed, men hvis det forekommer den unge udsigtsløst, og der ikke er en mulighed for følelse af mestring, så vil uddannelsen ikke i samme grad repræsentere en ønskelig vej at gå. Indstillingen hos de unge om at det er muligt at vælge om, betyder at udholdenheden måske er mindre, og at de unge ikke nødvendigvis oplever at de skal blive hængende og kæmpe sig igennem bodsvandringen.

Her spiller det også ind at moderniteten har anfægtet de traditionelle autoriteter. De unges arbejde med at finde en linje og en orientering, sammenholdt med at skole og uddannelse ikke opleves som det sted der alene kan levere bud på en orientering, eller som det sted der er vigtigst i konstruktionen af en identitet, betyder at konkurrencen med andre aktiviteter i livet er hård: de unge forventer at kunne lave andet end at læse. Man skal ikke ødelægge fem år af sit liv, som en studerende udtrykte det. Hvis der er meget slid, hvis det udelukker muligheden for andre aktiviteter og kun giver en lille følelse af udbytte, så er det tendentielt truende for de unges projekt med at finde ud af at høre til og at mestre.

Det er vigtigt at understrege at de unges orientering mod at arbejde med identiteten ikke skal ses som noget der er frembragt af en følepædagogik i grundskolen. Arbejdet med identitet er central for unge i det samfund de er født ind i, og har svært ved at finde plads i en ren tilegnelse af viden.

Et andet aspekt i denne forbindelse er at de unges arbejde med at udvikle identitet betyder at de tekniske og naturvidenskabelige fags omdømme som nørdede, kolde og anonyme gør dem mindre tiltrækkende. For de unge kvinder understøttes dette af at miljøet på fagene giver særlige vanskeligheder for dem med hensyn til at skabe en kønsidentitet (Hasse, 2002, Reisby, 2001). Udviklingen af en kvindelig fremtræden bliver i denne forbindelse en balance mellem på den ene side at kunne have en fremtræden der kan genkendes som kvindelig, og på den

anden side at denne fremtræden skal undgå at fremkalde de fordomme om kvinder og kompetence som hersker i kulturen, og hvor en tydelig kvindelig fremtræden knyttes til lav faglig kompetence. Det er en balance som er tydelig i naturvidenskab, men den findes også i fag i humaniora og samfundsvidenskab (jf. Søndergaard, 1996). Udtrykt med Camilla Hutter's begrebspar, så kan mestringen af det faglige føre til at den sociale identitet man længes efter, bliver vanskeligere at etablere.

Men her er der et andet paradoks som er nok så væsentligt, nemlig det forhold at dét som for nogle unge er afskrækkende ved det tekniske og naturvidenskabelige område, for andre er det tiltrækkende. For nogle unge kvinder udgør de naturvidenskabelige fag i gymnasiet og de videregående tek-nat-uddannelser et frirum fra pigefnidder og presset for at klæde og føre sig på en særlig måde. For disse kvinder er det 'nørdede' en styrke ved faget.

Men hvad er så konsekvensen af dette? Kirsten Paludan (2000) har i konklusionen på sin analyse af naturvidenskaben og de unge nogle pointer som har relevans for de forhold jeg netop har trukket frem. Som det ene formulerer hun en kritik af den udbredte præmis i diskussionen af naturvidenskab, at fornuft tilskrives kulde og negativitet, mens følelser er godt. I stedet peger hun på at den teknisk-naturvidenskabelige fornuft og metode er nødvendig, både samfundsmæssigt og almindendende.

Som det andet kritiserer hun at skolesystemet ikke understøtter interessen for teknologi og naturvidenskab når den er der hos børnene og de unge. Systemet er, siger hun, vendt forkert i forhold til hvad der lægges vægt på hvornår. De bløde, identitetsorienterede elementer ligger på skolesystemets første trin, hvor børnene måske netop har en orientering mod naturen og de spørgsmål som kan stilles dér, mens det er i de ældste klasser og teenageårene, hvor de unges identitetsdannelse foregår for fuld udblæsning, uddannelserne sætter ind med den hårde naturvidenskab (Paludan, 2000, s. 275). På den måde, hævder

hun, forskertser uddannelserne nogle muligheder for at fange en motivation og interesse hos børnene som måske kunne føres videre til en fordybelse i det naturvidenskabelige.

For det tredje vender Kirsten Paludan sig imod beklagelserne over at de naturvidenskabelige fag er hårde, svære og ikke har med mennesker at gøre. Eller rettere: hun vender sig imod at forsøge at skjule det:

“Det vil være at lokke folk ind med falsk reklame. De hårde fag er og bliver hårde, og der er intet venligt og imødekommende ved kvantemekanik, populationsgenetik og differentiaalligninger. [...] vi kan ikke pille det hårde ud af fagene og fritage de studerende for det hårde arbejde, vi skal ikke spæde studierne tynde med ting, der hører hjemme i andre studier, og vi skal ikke pynte på hårde og svære fag med det drys humanisme og pædagogik for at lokke for dem, der ikke er indstillet på et knokkelarbejde og en stor kontant udfordring.” (Paludan, 2000, s. 270).

Paludans pointe er at naturvidenskaben og dens abstrakte tænkning er svær fordi den bryder med hverdagstænkningen. Samtidig bryder den ifølge Paludan med det som den menneskelige hjerne udviklingsmæssigt er indrettet til. Evolutionen har ikke flyttet hjernen med ind i det moderne samfund, men naturvidenskaben repræsenterer et eksempel på menneskets evne til at overskride sine begrænsninger, men derfor er den heller ikke nogen skovtur at bevæge sig ind i, siger hun.

Der er ingen tvivl om at Kirsten Paludan peger på nogle væsentlige forhold i hele diskussionen om betydningen af børnenes og de unges kultur i forhold til fravalg af naturvidenskabelige uddannelser og hvad man gør ved dem. Det gælder at fagenes karakter betyder at det er en anden slags arbejde at tilegne sig dem og udvikle en forståelse af dem end en række andre fag med en anden slags struktur. Det gælder hendes påpegning (s. 279) af at en del af vanskelighederne også ligger i det øgede studentertal og den mere blandede sammensætning af forudsætninger og interesser. Og det gælder hendes påpeg-

ning af at sukker eller reklame ikke gør det, men at der skal tænkes i hvordan man kan hjælpe elever og studerende til at flytte fra hverdagstænkning til videnskabelig tænkning.

Problemet i Paludans analyse (et problem den deler med Bugge & Harder, 2001) er at den ikke anerkender at der er sket nogle forandringer i de unges livsomstændigheder og de krav som bliver stillet til dem for at kunne leve og handle i det moderne samfund uden at bryde sammen. De uddannelsesmæssige konsekvenser man må drage af de vanskeligheder der ligger i de unges forhold til naturvidenskab, må forsøge både at respektere at der ligger nogle iboende vanskeligheder knyttet til naturvidenskaben (og andre fag som har en forudsætningskrævende struktur eller tilrettelæggelse, jf. Jensen, 2001), og at der ligger nogle opgaver for de unge som er bundet til samfundsmæssige forandringer, og ikke blot ændringer i roller som er frembragt af pædagogiske modebølger.

6 Afslutning

I artiklens første to dele argumenterede jeg for at der er nogle træk i børnenes og de unges kultur som giver nogle vanskeligheder for uddannelserne bredt og i nogle henseender særligt for naturvidenskaberne. Det blev betonet at disse træk må ses i forhold til bredere samfundsmæssige udviklingslinier som stiller børnene og de unge over for nogle udfordringer som dels betyder at deres identitetsarbejde bliver vanskeligere og mere omfattende end tidligere, dels betyder at uddannelserne ikke repræsenterer det eneste sted for denne proces og derfor er trængt i de unges forvaltning af deres hverdag.

En del af de udfordringer de unge står overfor, kan føre til at de vender sig væk fra de naturvidenskabelige uddannelser, også selv om naturvidenskaben på nogle punkter kunne bidrage til den (identitets)dannelsesproces som de unge befinder sig i. Men den måde teknikken og naturvidenskaberne og de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser fremtræder på, betyder at de ikke står som relevante bidrag ind i denne proces. Det

blev påpeget at dette ikke alene skyldes dårlig reklame eller uvidenhed hos de unge. En del af de begrundelser de unge giver for ikke at søge mod de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser og arbejdsområder, afspejler tingenes tilstand i store dele af undervisningen og i en vis grad de arbejdssammenhænge man kommer ud til.

Når disse vanskeligheder er blevet konstateret, er der også peget på veje videre. Flere undersøgelser tyder på at en del kan nås gennem en ændring af den måde undervisningen i de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser foregår på. En undervisning som i højere grad sætter elevernes og de studerendes læreprocesser i centrum i stedet for faget og fagets egen logik, synes at gøre de unge mere interesserede i området og gøre at de i højere grad føler at de naturvidenskabelige fag er til at finde ud af.

Dette didaktiske niveau er noget der kan arbejdes videre med, men det støder delvist sammen med den selvforståelse som ligger i fagene, og som er knyttet til deres hierarkiske struktur. Der skal således ikke alene arbejdes med at ændre på de unges forestillinger og erfaringer med naturvidenskaben. Der skal også arbejdes med naturvidenskabens undervisere og uddannelsesplanlæggere så de åbner for inddragelse af andre lærings- og undervisningsformer, og for at den hierarkiske opbygning af faget måske ikke behøver gennemtrænge hele uddannelsen hele tiden.

7 Referencer

Alheit, Peter (1995): "Det biografiske spørgsmål - en udfordring til voksenuddannelsen". *Social Kritik* nr. 36 (7. årgang).

Beck, Steen & Gottlieb, Birgitte (2002): *Elev/student - en teoretisk og empirisk undersøgelse af begrebet studiekompetence. Bind 1 og 2*. Gymnasiepædagogik nr. 31 og 32. Odense: Dansk Institut for Gymnasiepædagogik, Syddansk Universitet.

Bernstein, Basil (2001): "Vertikal og horisontal diskurs: Et essay" i Chouliaraki, Lilie - Bayer, Martin (red.): *Basil Bernstein. Pædagogik, diskurs og magt*. København: Akademisk Forlag.

Broch Tordis & Egelund, Niels (2001): *Elevers interesse for naturfag og teknik - et elevperspektiv på undervisningen*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Bugge, Birthe Louise & Harder, Peter (2002): *Skolen på frihjul: om lærerrollen og det forsvundne elevansvar*. København: Gyldendal.

Busch, Henrik (2001): "Når Superman smider skjorten" i *KVANT* 12 (3).

Carter, John, Fenton, Steve & Modood, Tariq (1999): *Ethnicity and Employment in Higher Education*. London: Policy Studies Institute.

Danmarks Evalueringsinstitut (2001a): *Teknik og naturvidenskab. Kortlægning af initiativer der skal fremme interessen for teknik og naturvidenskab*. København: Danmarks Evalueringsinstitut/Statens Information.

Danmarks Evalueringsinstitut (2001b): *Fysik i skolen - skolen i fysik. Evaluering af fysik i det almene gymnasium*. København: Danmarks Evalueringsinstitut /Statens Information.

Dencik, Lars (1999): "Små børns familieliv - som det formes i samspillet med den udenomsfamiliære børneomsorg" i Dencik, Lars & Jørgensen, Per Schulz (red.): *Børn og familie i det post-moderne samfund*. København: Hans Reitzels Forlag.

Dolin, Jens (2002): *Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling*. Ph.d.-afhandling. Roskilde: IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

Drotner, Kirsten (2001): *Medier for fremtiden: børn, unge og det nye medielandskab*. København: Høst & Søn's Forlag.

Egelund, Niels & Broch, Tordis (2002): *Naturfag og teknik - hvad ved vi i dag om elevinteresser, om forudsætninger for undervisning og om resultater?* København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Fridberg, Torben (1999): *Skolebørns fritidsaktiviteter. Kultur- og fritidsaktivitetsundersøgelsen 1998*. København: Socialforskningsinstituttet (Rapport 99:11).

Giddens, Anthony (1996): *Modernitet og selvidentitet*. København: Hans Reitzels Forlag.

Hansen, Erik Jørgen (1995): *En generation blev voksen*. København: Socialforskningsinstituttet (Rapport 95:8).

Hasse, Cathrine (2002): *Kultur i bevægelse - fra deltagerobservation til kulturanalyse - i det fysiske rum*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

Humanistisk Uddannelsesråd (2001): *Konference i København 3. november 2000 om Videregående sproguddannelser - er der brug for reformer?* København: Humanistisk Uddannelsesråd.

Hutters, Camilla (2001): "Mellem længsel og mestring" i Andersen, Anders Siig m.fl.: *Bøjelighed og tilbøjelighed. Livshistoriske perspektiver på læring og uddannelse*. (Tredje publikation fra Livshistorieprojektet) Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.

Illeris, Knud, Katznelson, Noemi, Simonsen, Birgitte & Ulriksen, Lars (2002): *Ungdom, identitet og uddannelse*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.

Jensen, Jens Højgaard (2001): "Naturvidenskabens syndefald?" i *Mere spredt fægtning*. IMFUFA tekst nr. 404. Roskilde: IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

Krogh, Lars B. & Thomsen, Poul V. (2000): *Undervisningsstil og læringsudbytte - en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g. GFII-rapport nr.1.* (CND's skriftserie no. 1) Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.

Krogh, Lars B., Arnborg, Peter & Thomsen, Poul V. (2001): *Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte? 2.g-opfølgning på GFII-undersøgelsen. GFIII-rapport, del A.* (CND's skriftserie no. 3) Aarhus: Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet.

Nielsen, Jens Christian (2002): *Ungdom, demokrati og fagbevægelse - ny (arbejder)ungdom & demokratiske læreprocesser.* Ph.d.-afhandling. Roskilde: Institut for Uddannelsesforskning, Roskilde Universitetscenter.

Paludan, Kirsten (2000): *Videnskaben, Verden og Vi. Om naturvidenskab og hverdagstænkning.* Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.

Pless, Mette (2001): *Unge om ingeniørfaget. Om at knække ligningen eller finde sig selv?* København: Ingeniørforeningen i Danmark.

Reisby, Kirsten (red.) (2001): *Kønsblik - på bacheloruddannelser.* (2. rapport fra projekt "Kønnetts betydning - barrierer og karrierer i de højere uddannelser og forskning.) København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Simonsen, Birgitte & Katznelson, Noemi (2000): "Unge arbejdsbegreb". *Arbejdsliv* nr. 4.

Skov, Poul (1998): *Unge fremtid - meget afgøres tidligt. Erfaringer fra en forløbsundersøgelse.* (DPI nr. 1998.20) København: Danmarks Pædagogiske Institut.

Søndergaard, Dorte Marie (1996): *Tegnet på kroppen.* København: Museum Tusculanum.

Ulriksen, Lars (2001a): "Den sociologiske dimension" i Held, Finn & Olsen, Flemming (red): *Introduktion til pædagogik. Opdragelse - dannelse - socialisering*. København: Frydenlund.

Ulriksen, Lars (2001b): "Fremmedsprogsfagene set med de studerendes øjne" i Humanistisk Uddannelsesråd (2001).

Ulriksen, Lars (2001c): "Expectations of university studies. Students, teachers and institutions". Paper præsenteret på årsmødet i Society for Research in Higher Education, Cambridge (UK).

Undervisningsministeriet (2001): *Indvandrere og efterkommere i uddannelsessystemet*. Statistiske analyser af uddannelserne 9. København: Undervisningsministeriet.

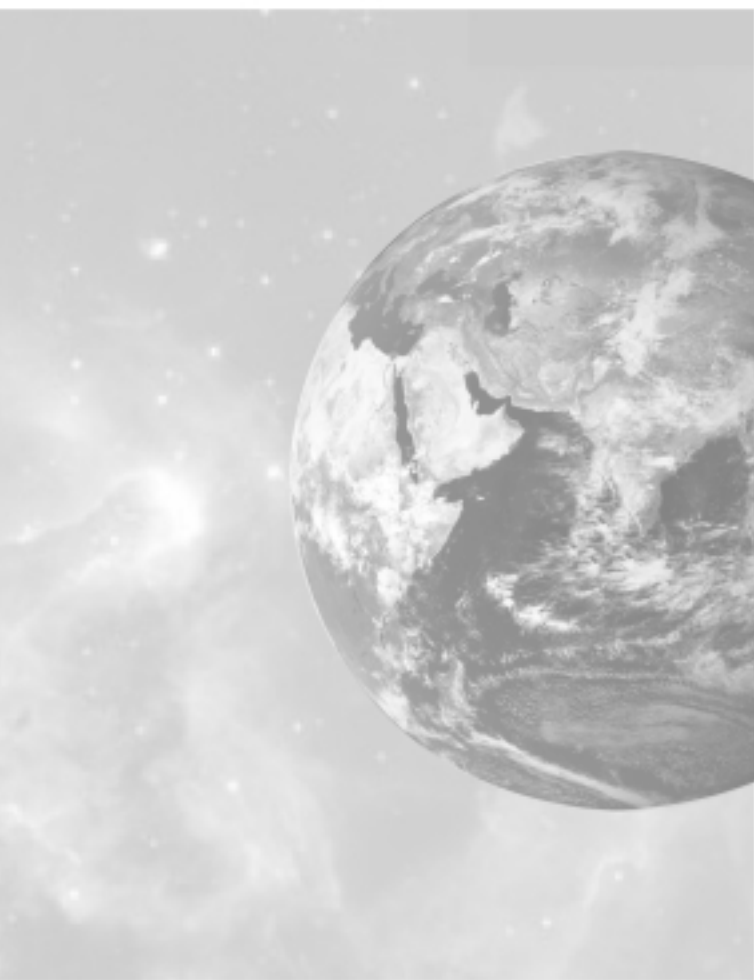
Zeuner, Lilli (2000): *Unge mellem egne mål og fællesskab. Værdier og valg blandt elever i de studieforberedende ungdomsuddannelser*. København: Socialforskningsinstituttet.

Ziehe, Thomas & Stubenrach, Herbert (1983): *Ny ungdom og usædvanlige læreprocesser*. København: politisk revy.

Ziehe, Thomas (1989): *Ambivalens og mangfoldighed. En artikelsamling om ungdom, skole, æstetik og kultur*. København: politisk revy.

Ziehe, Thomas (1998): "Adieu til halvfjerdserne" i Bjerg, Jens (red.): *Pædagogik. En grundbog til et fag*. København: Reitzel.

Ziehe, Thomas (2001): "Underviserens aktuelle opgave - at slå bro". Keynote på Undervisningsministeriets Konference om fremtidens gymnasiale uddannelser. Downloadet fra Undervisningsministeriets webside <http://us.uvm.dk/gymnasie/udvikling/konffremtidgym/konf17sept.html?menuid=150515>



Den ændrede opfattelse af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur

Af Hanne Andersen

Fysikkens måske største styrke er, at den er den eneste af videnskaberne, der uproblematisk kan bruge den naturvidenskabelige metode, dvs. at fysikerne kan lave modeller for virkeligheden og så simpelthen 'spørge' naturen om hvorvidt teorien er rigtig eller forkert. (Fysik Rejseholdet, 2002).

Det er en udbredt forestilling at naturvidenskabelige teorier bliver udledt ud fra data som er indhentet gennem eksperimenter og iagttagelser af fænomener, og at man gennem eksperimenterne kan spørge naturen direkte om en teori er rigtig eller forkert. Dette billede af naturvidenskaben har, om end i forskellige versioner, præget videnskabsteorien i første halvdel af det 20. århundrede og har i høj grad dannet grundlag for mange af det 20. århundredes fremstillinger af naturvidenskabens historiske udvikling (kapitel 1).

Imidlertid blev denne forestilling i 1950'erne og 1960'erne udsat for massiv kritik fra forskellige videnskabsteoretikere der blandt andet problematiserede muligheden af neutrale observationer og *experimenta crucis* og satte spørgsmålstejn ved naturvidenskabens kumulative vækst (kapitel 2). Ved at diskutere hvorvidt neutrale observationer og logiske sammenligninger af alternative teorier overhovedet er mulige, åbnede kritikkerne døren for at faktorer af social og kulturel art kunne have betydning for videnskabens udvikling, og gennem 1970'erne voksede en videnskabssociologi frem der beskrev naturvidenskaben som socialt konstrueret (kapitel 3). Ikke blot blev naturvidenskaben i denne periode hevet ned fra sin piedestal og frataget sin status som absolut, objektiv og universel; der blev også sat spørgsmålstejn ved om naturvidenskabens frem-

bringelser var et entydigt gode. Samtidig var bevillingerne stagnerende i mange lande (kapitel 4). I 1990'erne udbrød i USA hvad der ofte refereres til som "The science wars" mellem en række naturvidenskabsfolk og forskere fra forskellige grene af videnskabsstudier (kapitel 5).

De første fem kapitler af denne artikel er således at betragte som en opsummering af de vigtigste ændringer i opfattelsen af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur i løbet af de sidste fyre år. Som det vil fremgå, har denne udvikling været markant, og hvis naturvidenskabelig dannelse ikke blot skal omfatte kendskab til teorier, love og fakta, men også skal omfatte en forståelse af naturvidenskaben som proces, er det klart at denne udvikling må have betydning for undervisningen i de naturvidenskabelige fag. Derfor skal det i artiklens sidste kapitel kort diskuteres hvilke problemer og faldgruber de forskellige positioner indebærer. Endelig opremses en række spørgsmål som det er nødvendigt at tage stilling til (kapitel 6).

1 Standardbilledet af naturvidenskaben før 1960

Om end opfattelsen af naturvidenskabelig viden som udledt fra observationer og testet gennem eksperimenter er uhyre udbredt, er der ikke tale om en enhedslignende forestilling om naturvidenskaben, men om en række mere eller mindre uafhængige teser, først og fremmest:

- naturvidenskabelige teorier udledes fra observationer
- naturvidenskabelige hypoteser kan verificeres eller falsificeres konklusivt ved hjælp af eksperimenter
- naturvidenskaben vokser kumulativt
- naturvidenskaben udvikler sig bestandigt tættere og tættere mod sandheden
- naturvidenskaben afspejler verden som den virkeligt er
- naturvidenskaben er objektiv
- naturvidenskaben er værdifri.

Flere af disse teser har udgjort nogle af hovedhjørnestenene i to af de mest betydende videnskabsteoretiske positioner i første halvdel af det 20. århundrede: den logiske positivisme (kapitel 1.1) og den kritiske rationalisme (kapitel 1.2).²⁹

1.1 Logisk positivisme

Ofte beskrives den logiske positivisme (undertiden også kaldet logisk empirisme) som karakteriseret ved en række faste principper: en klar skelnen mellem teorisproget og et neutralt observationssprog; et strikt verifikationsprincip ifølge hvilket kun sætninger hvis sandhed i princippet kan afgøres ved sanseerfaring, er meningsfulde; og en radikal empirisme ifølge hvilken sanseerfaring er systematiseret gennem videnskabelige teorier der udvikler sig til at omfatte flere og flere observerbare fakta. Logisk positivisme er imidlertid betegnelsen for en filosofisk bevægelse som dækker flere beslægtede positioner, og standardbeskrivelsen er derfor noget fortegnet.

Bevægelsen udsprang fra en række filosoffer og videnskabsfolk samlet i Wienerkredsen og det Berlinske Selskab for Empirisk Filosofi. Drevet af ambitionen om at skabe en international bevægelse afholdt de fra 1929 og fremefter en række kongresser som samlede filosoffer og videnskabsfolk fra bl.a. Skandinavien, Nederlandene, Tyskland, Østrig, Polen, Storbritannien og USA. I begyndelsen af 1930'erne havde den logiske positivisme opnået en betydelig international udbredelse, og i Danmark var den repræsenteret af bl.a. filosofen Jørgen Jørgensen, ligesom Bohr lagde æresbolig til den 2. internationale kongres for enhedsvidenskab i 1936.

Som filosofisk retning var den logiske positivisme karakteriseret ved en afvisning af enhver form for metafysik. Dette giver sig udslag i deres verifikationskriterium for mening, ifølge hvilket et udsagn for overhovedet at være meningsfuldt i princippet skal være verificerbart, dvs. det skal kunne føres tilbage til

29) De fleste af teserne kan følges langt tilbage i filosofihistorien. En sådan oversigt ligger dog uden for rammerne af denne artikel, og der henvises i stedet til fx Loose (2001).

en sammensætning af rene observationsudsagn. Tilsvarende var det ikke videnskabsteoriens formål at begrunde videnskaben ud fra metafysiske principper, men at give en rationel rekonstruktion. For de logiske positivister måtte der skelnes strengt mellem empiriske og logiske undersøgelser af videnskaben, dvs. man måtte skelne strengt mellem videnskabsteoriens rent logisk undersøgelse af hvordan videnskabelige begreber, teorier og metoder kunne begrundes, og empiriske undersøgelser af hvordan begreber eller teorier rent faktisk var opstået. Ifølge dette synspunkt var videnskabsteorien som beskæftigede sig med begrundelsen af videnskabelige resultater, således klart adskilt fra videnskabshistorien, -sociologien og -psykologien der beskæftigede sig med opdagelsen af videnskabelige resultater.

Videnskabsteorien var altså en rent filosofisk disciplin der beskæftigede sig med videnskabens logiske struktur. Strukturen af videnskabelige forklaringer blev analyseret af Hempel og Oppenheim der mente at alle empiriske videnskaber forklarer fænomener på samme måde, nemlig ved hjælp af deduktiv-nomologiske forklaringer. I tråd med denne deduktiv-nomologiske model for forklaring fremsatte Ernst Nagel en model for teori-reduktion, dvs. for hvordan love inden for et område kan forklares ud fra love fra et andet område, fx hvordan klassiske termodynamiske love kan forklares ud fra statistisk fysik, eller hvordan arvebiologiske love kan forklares ud fra molekylærbiologi. Ifølge Nagels model må lovene i den reducerede teori kunne udledes logisk fra lovene i den mere grundlæggende teori som den herved bliver reduceret til. For videnskabens historiske udvikling betyder det, stadig ifølge Nagel, at videnskaben vokser ved at inkorporere enkeltstående teorier i mere omfattende teorier, dvs. at de enkeltstående teorier efterhånden vil blive reduceret til specialtilfælde i mere omfattende teorier. Tilhængere af den logiske positivismes ide om enhedsvidenskab understregede reduktionens transitive og kumulative karakter, som fx udtrykt af Oppenheim og Putnam i deres artikel "Unity of Science as a Working Hypothesis" fra 1958:

It is not absurd to suppose that psychological laws may eventually be explained in terms of the behavior of individual neurons of the brain; that the behavior of individual cells - including neurons - may eventually be explained in terms of their biochemical constitution; and that the behavior of molecules - including the macromolecules that make up living cells - may eventually be explained in terms of atomic physics. (Oppenheim & Putnam, 1958).

For de logiske positivister består en videnskabelig teori altså af et hierarki af udsagn hvor man på det øverste niveau har de mest generelle videnskabelige lovmæssigheder, de såkaldte initialudsagn, mens man på det laveste niveau har konkrete empiriske udsagn. Alle andre udsagn kan da udledes ud fra sammensætninger af initialudsagn og konkrete empiriske udsagn. Problemet for dette syn på videnskaben er hvordan initialudsagn kan begrundes. En række af de logiske positivister, bl.a. Carnap, mente at løsningen på problemet var en induktiv logik, således at verifikation af de singulære empiriske udsagn nederst i hierarkiet kan tjene som sandsynliggørelse af generelle udsagn højere i hierarkiet. Initialudsagnene kan altså ikke endegyldigt vises at være sande, men de kan vises at være gyldige med høj sandsynlighed.

1.2 Kritisk rationalisme

Mens de logiske positivister i forskellige former betonedes verifikation, gik en anden betydende retning fra første halvdel af det 20. århundrede, den kritiske rationalisme, i modsat retning og lagde vægten på falsifikation. Grundlæggeren af den kritiske rationalisme, Karl Popper, gik ud fra to pointer, nemlig for det første at forskning aldrig kan bevæge sig fra iagttagelse til teori, thi uden teori ville vi slet ikke vide hvad vi skulle iagttage, for det andet at induktive slutninger fra empiriens singulære sætninger til teoriens generelle sætninger ikke er en logisk gyldig slutning. For Popper var videnskabens virkelige fremgangsmåde derfor at opstille gisninger som derefter forsøges falsificeret. For Popper er kriteriet på en teoris videnskabelige status dens falsificerbarhed, dvs. dens mulighed for at blive gendrevet. Til-

svarende er en teoris empiriske indhold dens grad af falsificerbarhed.

Ifølge både Poppers kritiske rationalisme og den logiske positivisme opfattes videnskabelige teorier som hypotetisk-deduktive systemer, men fordi Popper afviser muligheden af en induktiv logik, må han også afvise at videnskabens generelle love kan begrundes ud fra empiriske udsagn. Det er altså for den kritiske rationalist ikke muligt at få sikker videnskabelig viden, men den kritiske rationalismes metodologi sikrer at det bestandigt er de bedste teorier der overlever. På den måde er der sikret et bestandigt videnskabeligt fremskridt derved at konkurrerende teorier altid kan sammenlignes ud fra deres grad af empirisk indhold.

1.3 Den historiske fremstilling af naturvidenskaberne

Videnskabshistorie som akademisk disciplin blev etableret i slutningen af det 19. og starten af det 20. århundrede. Blandt pionererne var grundlæggeren af History of Science Society, George Sarton, der opstillede en programbeskrivelse for videnskabshistorien, ifølge hvilken videnskabshistorien ikke havde nogen værdi i sig selv, men måtte retfærdiggøres ud fra dens relevans for nutidig og fremtidig forskning. Videnskabshistorikeren skulle bedømme de tidligere tiders bidrag til videnskaben ud fra om de havde udgjort et fremskridt, og dette kunne afgøres ud fra nutidens standarder for rationalitet og fremskridt. For Sarton var videnskabshistorien den systematiserede, positive videns historie, en historie der var kumulativ og progressiv. (Kragh, 1987, s. 17ff)

Om end Sartons program aldrig blev fulgt i sin helhed, kan den tidlige videnskabshistorie som i vid udstrækning blev bedrevet op til midten af det 20. århundrede, karakteriseres ved tre kriterier: 1) videnskaben fremstilles som har den udviklet sig lineært, progressivt og teleologisk mod sit nuværende stadium, 2) fremskridtet er det kumulative resultat af at have fulgt den rette videnskabelige metode i form af en induktiv analyse

af en stedse øget mængde af empiriske data, og 3) historikeren bør kritisk vurdere og evaluere fortidens videnskab ud fra moderne accepterede standarder for gyldig viden og metode. (Kragh, 1999, s. 15).

2 Oprøret i 1960'erne

Et af hovedtrækkene ved det skift der skete i videnskabsteorien i slutningen af 1950'erne og starten af 1960'erne, var at man i refleksionen over videnskaben tog udgangspunkt i hvordan den rent faktisk havde udviklet sig. Hermed ændrede relationen mellem videnskabshistorien og videnskabsteorien sig drastisk. For de logiske positivistiske havde videnskabshistorien ikke haft speciel interesse for videnskabsteorien. Dette blev nu anderledes. Studerede man videnskabshistorien, passede store dele af det gamle billede ikke - eller som det blev udtrykt i indledningen af et af oprørets hovedværker, Thomas S. Kuhns *The Structure of Scientific Revolutions* fra 1962: "Hvis historien blev betragtet som andet end en ophobning af anekdoter og årstal, kunne den fremkalde en afgørende ændring i vort nuværende billede af videnskaben." (Kuhn, 1962/1995).

Kuhn er for eftertiden kommet til at stå som en af oprørets helt centrale skikkelser der frem for alt gør op med forestillingen om det kumulative fremskridt (kapitel 2.1-2), men flere andre deltog i det ved at angribe andre dele af standardbilledet, som for eksempel naturvidenskabens objektivitet eller forestillingen om en særlig naturvidenskabelig metode (kapitel 2.3).

2.1 Kuhn: Revolutioner og paradigmer

Når Kuhn ønskede at bruge videnskabshistorien til at fremkalde en ændring i billedet af videnskaben, var hans mål dobbelt: ikke blot skulle videnskabshistorien bruges til at ændre videnskabsteorien, men for at opnå dette måtte der også udvikles en ny måde at skrive videnskabshistorie på som adskilte sig fra den anekdotiske fremskridtshistorie der hidtil havde været fremherskende.

Videnskabshistorie var allerede i slutningen af 1940'erne og gennem 1950'erne kommet til at spille en vigtig rolle i de 'general science' kurser der blev udbudt ved de amerikanske universiteter. Imidlertid var der i begyndelsen af det 20. århundrede en voksende utilfredshed med udbyttet af disse kurser. For at rette op på dette anbefalede den såkaldte *Harvard Committee on the Objectives of a General Education in a Free Society* i dets rapport fra 1945 at kurserne blev opbygget af brede integrerede studieelementer, som fx naturvidenskabens relation til sin egen historie og til historie som sådan, eller sammenligninger af naturvidenskabelig tankegang med andre former for tænkning. I midten af 1950'erne begyndte den i 1950 grundlagte *National Science Foundation* at se videnskabshistorie, filosofi og sociologi som forskningsfelter som kunne bidrage til en bedre forståelse af emner som naturvidenskabsfolks motivation, kreativitet, kommunikation og beslutningsprocesser i naturvidenskabelig forskning, naturvidenskabelige forskningsinstitutioners organisation, og videnskabelige selskabers rolle. I 1957 ledte dette til dannelsen af *The History and Philosophy of Science Program* som bidrog med ressourcer til at uddanne nye forskere inden for disse områder. For såvel at dække behovet for undervisere på 'generel science' kurserne som at bidrage til forskningen i videnskab som aktivitet blev der fra midten af 1940'erne til midten af 1960'erne etableret adskillige uddannelser i videnskabshistorie og videnskabsteori.³⁰

Kuhn var blandt den nye generation af videnskabshistorikere. Inspireret af bl.a. den russisk-franske videnskabshistoriker Alexandre Koyré gjorde han sig til fortaler for at videnskabshistorien skulle undersøge den historiske integritet af en videnskab i dens samtid, det vil sige i stedet for at se videnskabshistorien som en udvikling frem *mod* et veldefineret endepunkt, skulle man se den som en udvikling *ud fra* et veldefineret punkt. I *The Structure of Scientific Revolutions* hævdede Kuhn

30) Dette skete ikke blot i USA, men også i en række andre lande, bl.a. Storbritannien og Australien.

at betragtede man historien sådan, så man som videnskabs-historiker ikke længere én lang kumulativ udvikling af viden-skaben, men derimod vekslende perioder af traditionsbunden normalvidenskab og traditionsomstyrtende revolutioner.

I hovedtræk går Kuhns model for naturvidenskabens udvikling ud på at den i lange stræk udvikler sig kumulativt inden for en given tankeramme. Inden for en sådan såkaldt normalvidens-kabelig periode ophober der sig imidlertid i tidens løb proble-mer som undertiden vil føre til at grundlaget for den videnska-belige aktivitet ændres drastisk, og den nye normalvidenskabe-lige tankeramme der opstår, kan således ikke ses som en udvi-delse af den gamle tankeramme, men er på nogle punkter deri-mod uforenelig med den. Som sagt medgiver Kuhn at natur-videnskabens i lange stræk udvikler sig kumulativt. I disse faser arbejdes der altså ud fra et fast teoretisk grundlag som man nok kan arbejde på at udvide og forfine, men som ikke ændres grundlæggende. Kuhn betegnede dette fælles grundlag som en videnskabs paradigme. Paradigmet omfatter de elementer som medlemmerne af et videnskabeligt samfund deler: symbolske generalisationer, ontologiske overbevisninger, værdier for hvad der er god forskning, og eksempler på problemløsninger. Ud fra disse elementer fastlægger et paradigme hvad det er for spørgsmål videnskaben skal besvare, og hvordan man bør gå frem for at finde svaret.

Normalvidenskabens bygger på at så længe de redskaber et paradigme leverer, fortsat er i stand til at løse de problemer som paradigmet samtidigt fastlægger, bevæger videnskaben sig hurtigst og trænger dybest ned ved tillidsfuldt at anvende disse redskaber. Ville man hele tiden ændre paradigme og dermed skifte værktøjerne ud, ville man aldrig nå nogen vegne. I stedet skiftes værktøjerne kun ud når de for alvor ser ud til ikke at virke, dvs. når de spørgsmål som paradigmet skitserer, ikke lader sig besvare. I sådanne tilfælde begynder de i stedet at udfordre paradigmet, og videnskaben ændrer karakter fra den konsensusbårne normalvidenskab til en anden type videnskab der begynder at stille spørgsmålstejn ved paradigmets grundlag

og undersøger alternativer. Efterhånden vil et af de alternative forslag synes bedre eller stærkere end det gamle paradigme, og med tiden vil flere og flere forskere forkaste det gamle grundlag til fordel for det nye og bedre alternativ, og der vil da være indtruffet det som Kuhn kalder en videnskabelig revolution. En revolution betyder altså at større eller mindre dele af de accepterede værktøjer i form af grundlæggende teori, beskrivelse af problemer og metoder til deres løsning udskiftes.

Det vigtigste ved Kuhns revolutionsbegreb er relationen mellem de traditioner som revolutionen adskiller; en relation som Kuhn betegner ved begrebet inkommensurabilitet. Ved revolutioner er der ikke tale om at det teoretiske grundlag udvides eller forfines, men derimod at det undergår grundlæggende forandringer idet dele af de accepterede teorier, problembeskrivelser og metoder udskiftes. Sådanne udskiftninger kan betyde at førhen vigtige ting bliver uvæsentlige og omvendt, at centrale begreber ændrer deres betydning, og sågar at man opgiver troen på eksistensen af visse størrelser mens andre størrelser kommer til. Når det ændrer sig hvad der eksisterer i verden, eller hvad videnskabelige begreber dækker over, vil videnskabsfolk fra de forskellige traditioner ofte tale forbi hinanden, og de vil ikke være enige om hvad der er relevant og irrelevant. Kuhn beskrev i *The Structure of Scientific Revolutions* disse ændringer med malende vendinger som at "når paradigmer ændres, ændres verden med dem" (Kuhn, 1995, s. 153), eller "efter en revolution reagerer videnskabsmænd på en anden verden" (Kuhn, 1995, s. 153). Hvad han dermed ønskede at understrege, var at den ene teori ikke kan reduceres eller på anden måde bringes i en simpel logisk relation til den anden, men tværtimod at videnskabsmandens "forskningsverden [synes] her og der inkommensurabel med den, han tidligere beboede." (Kuhn, 1995, s. 154).

2.2 Implikationer af Kuhns beskrivelse

Dette billede af naturvidenskabens udvikling som perioder af normalvidenskab adskilt af revolutioner hvor der kan ske skift så store at udsagn fra den ene tradition forekommer menings-

løse inden for den anden tradition, rækker ved traditionelle spørgsmål som hvordan man sammenligner og vælger mellem konkurrerende teorier, og om naturvidenskaben kommer tættere på sandheden i den forstand at den bedre og bedre beskriver verden som den virkelig er.

Teorivalg

Hvis videnskabsfolk fra forskellige traditioner ikke er enige om hvad det er for problemer der skal løses inden for det pågældende område, eller hvad der er acceptable løsninger på områdets problemer, kan de ikke sammenligne deres teorier punkt for punkt fordi de hver især kan afvise at den anden parts resultater simpelt hen er irrelevante. Ifølge Kuhns model kan teorivalget altså ikke stilles op som logiske slutninger ud fra neutrale data. I stedet handler det om hvorvidt den nye teori kan løse de problemer som den gamle teori løb ind i, om den forudsiger helt nye fænomener, og om den har en større overordnet nøjagtighed i sine forudsigelser - men også om den er fx 'pænere' eller mere enkel, eller om den er i overensstemmelse med overordnede værdier, som fx om den er deterministisk. Valget mellem to teorier er derfor ikke entydigt givet ud fra eksisterende data, men kan falde forskelligt ud alt efter hvilke værdier der lægges vægt på. Det betyder dels at de enkelte forskere kan nå frem til forskellige konklusioner med hensyn til hvilken af en række konkurrerende teorier det er værd at følge, dels at et vigtigt element i en videnskabelig revolution er hvordan gruppen af forskere inden for en given disciplin med tiden når frem til enighed om hvilken teori der er den bedste.

Kuhn afviser således muligheden af egentligt afgørende eksperimenter; teorivalget kan aldrig afgøres entydigt på grundlag af foreliggende empiri. Han afviser også forestillingen om en entydig rationalitet i teorivalget; forskellige videnskabsfolk kan godt støtte hver sin teori og begge gøre det ud fra rationelle overvejelser. Endelig gør han det afgørende teorivalg til en kollektiv proces: det vigtige er hvordan gruppen af videnskabsfolk når frem til en ny konsensus.

Realismediskussionen

En anden følge af inkommensurabilitetstesens er et opgør med forestillingen om at naturvidenskaben afspejler verden som den virkelig er. Når Kuhn hævder at når paradigmer ændres, ændres verden med dem, siger han altså at verden ikke er en af os uafhængig verden som videnskaben opdager, men derimod at den er en verden som videnskaben selv er med til at konstruere. Dermed kan der heller ikke være tale om at videnskabelige teorier er sande i den forstand at de afspejler hvordan verden virkeligt er. Kuhn vender sig altså mod både entitetsrealismen, dvs. det synspunkt at videnskabelige begreber refererer til størrelser der findes i verden uafhængigt af vores teorier, og mod teorirealismen, dvs. det synspunkt at vores teorier er sande i den forstand at der er korrespondens mellem dem og en teoriuafhængig verden. Lige siden inkommensurabilitetstesens blev fremsat, har der raset en til tider ganske ophedet debat om realismespørgsmålet. På den ene side argumenterer realister ved hjælp af det såkaldte 'mirakelargument', at hvis vores teorier ikke var sande, ville det være et mirakel at de er så succesfulde. På den anden side argumenterer nonrealister ved hjælp af den såkaldte 'pessimistiske metainduktion', at gennem hele videnskabshistorien har alle tidligere teorier vist sig at være falske, så hvorfor skulle de for tiden accepterede teorier så ikke også være det. Begge argumenter er logisk problematiske, og da hverken realister eller nonrealister har kunnet fremvise noget særligt overbevisende argument, er debatten i den nuværende form gået ind i sit fjerde årti.

2.3 Andre oprørere

Kuhn står ofte som eksponenten for oprøret mod det traditionelle syn på videnskaben som objektiv, rationel og kumulativ fremadskridende, men han var langt fra alene. En anden vigtig bidragyder i oprøret var Norwood R. Hanson som i bogen *Patterns of Discovery* fra 1958 argumenterede for at observationer altid er teoriladede, dvs. delvist afhængige af vores viden, og derfor ikke kan fungere som et teorineutralt fundament. En tilsvarende pointe findes også i værkerne *Personal Knowledge* (1958) og *The Tacit Dimension* (1967) af Michael Polanyi.

Han betoner endvidere hvordan videnskabelig viden ikke fuldt ud lader sig ekspliciteres i regler, men at en del derimod er uudtalt viden (tacit knowledge) der bedst kan sammenlignes med fx en håndværkers kunnen.

En anden vigtig - og farverig - bidragyder var Paul Karl Feyerabend som argumenterede mod adskillige af det traditionelle billedes teser. Han argumenterede mod forestillingen om at naturvidenskaben vokser ved at inkorporere enkeltstående teorier i mere og mere omfattende teorier ved at vise at den logiske model for reduktion brød sammen på grund af de betydningsforskelle der var mellem begreberne i den reducerede og den reducerende teori. I sit hovedværk, *Against Method* (1975), satte han sig for gennem historiske eksempler at vise at der ikke er nogen specifik naturvidenskabelig metode, men at de metoder der er blevet anvendt gennem naturvidenskabens udvikling, er ekstremt forskellige og ofte sågar går stik imod etablerede metodologiske forskrifter, som fx at opstille teorier der er inkonsistente med de accepterede teorier såvel som data. Feyerabends pointe var at selv de mest indlysende metodologiske regler havde deres grænser, og at den eneste generelle rettesnor som man derfor kunne sætte op, var "anything goes".

3 Videnskabssociologiens fremmarch

Frem til det filosofiske oprør i 1960'erne havde også videnskabssociologien arbejdet ud fra standardbilledet af naturvidenskab. Sociologen Robert Merton, der i høj grad står som grundlæggeren af videnskabssociologien, karakteriserede naturvidenskaben ud fra det såkaldte CUDOS-normsæt (Communism, Universalism, Disinterestedness, Organized Scepticism) der tilsammen tjente til at sikre at naturvidenskaben som menneskelig aktivitet var rettet mod mest effektivt at producere begrundet og kumulativ viden. Den mertonske videnskabssociologi studerede hvordan sociale forhold som fx disse normer kunne påvirke videnskaben, men det er værd at bemærke at man primært studerede hvordan sociale faktorer kunne påvirke

videnskabens form, ikke dens indhold. Man studerede altså hvordan sociale faktorer kunne være medbestemmende for hvornår en given problemstilling tages op, og hvor hurtigt der arbejdes med den, mens de ikke formodedes at påvirke selve indholdet af den løsning der måtte findes på det videnskabelige problem.

Dette ændrede sig efter oprøret i 1960'erne. Sammenfattende kan man sige at der nu var sat kraftigt spørgsmålstejn ved alle punkter af det traditionelle billede af naturvidenskaben:

- naturvidenskabelige teorier kan ikke blot udledes ud fra observationer
- naturvidenskabelige teorier kan ikke verificeres eller falsificeres konklusivt; i stedet er teorivalget en social proces der ikke blot afgøres af videnskabelige data, men også påvirkes af forskellige værdier af fx æstetisk art
- naturvidenskaben afspejler ikke verden som den virkelig er, men er selv med til at skabe verden, og man kan derfor heller ikke tale om at den kommer tættere og tættere på sandheden
- naturvidenskaben er ikke objektiv og værdifri; observationer er altid teoriladede.

Ifølge dette nye billede var videnskaben altså ikke det rene billede på rationalitet. Ofte blev der henvist til Kuhn som i *The Structure of Scientific Revolutions* havde beskrevet hvordan valget mellem to inkommensurable teorier var at sammenligne med en konvertering der ikke kunne begrundes med beviser og gennemtvinges med henvisning til logik og neutrale observationer. I stedet måtte forskerne overtale hinanden til at konvertere indtil de sidste udholdende fortalere for det gamle paradigme til sidst døde, og der igen var enighed om ét paradigme. Om end det ikke havde været Kuhns hensigt, så videnskaben fra denne beskrivelse ud til at skulle forklares sociologisk snarere end ud fra filosofiens logiske rekonstruktioner.

Det nye billede af videnskaben inspirerede en ny generation af

videnskabssociologer der inden for en række grupperinger udbyggede og radikaliserede Kuhns og andres pointer. Således gjorde Edinburgh-skolen (bl.a. Barry Barnes, David Bloor og Steven Shapin) det til deres mærkesag at afvise hvad de mente var en falsk skelnen mellem den interne intellektuelle historie om videnskabens rationelle udvikling og den eksterne sociale historie om de irrationelle fejltagelser. I stedet formulerede de den symmetritese at enhver kausal forklaring af hvordan viden skabes, skal være uvildig med hensyn til sandhed og falskhed, rationalitet og irrationalitet, succes og fejltagelse; begge sider af disse dikotomier kræver en forklaring og skal begge kunne forklares ud fra samme slags årsager (Bloor, 1976). Bath-skolen (bl.a. Harry Collins) fokuserede på de relativistiske implikationer af det nye billede, mens en tredje gruppering (bl.a. Karin Knorr-Cetina, Bruno Latour og Steve Woolgar) understregede den konstruktivistiske komponent.

4 Kritik og stagnation

I offentligheden blev der i tiden fra 1960'erne og fremefter i stigende grad stillet spørgsmålstejn ved om videnskabens frembringelser var et entydigt gode,³¹ specielt hvordan videnskaben og dens frembringelser påvirkede miljøet (kapitel 4.1), og om videnskaben i sin omgang med mennesker var kold og kynisk (kapitel 4.2). Samtidig oplevede videnskaben en økonomisk stagnation i forhold til udviklingen i 1940'erne og 1950'erne (kapitel 4.3).

4.1 Miljøbevægelsen

Ved afslutningen af 2. Verdenskrig var det klart at videnskabelige frembringelser som atombomben, radaren, og massefremstilling af penicillin havde været afgørende for de allieredes sejr.

1) Skepsis over for naturvidenskaberne var naturligvis ikke noget nyt. I nogle perioder har den været udtryk for en kulturel tidsånd, som for eksempel i romantikken hvor periodens organiske verdensanskuelse gav anledning til skepsis over for de matematisk-reduktionistiske naturvidenskaber, hvilket fx kommer til udtryk i litterære værker som Mary Shelleys roman *Frankenstein* (1818) eller John Keats digt "Lamia" (1819). En oversigt over tidligere tiders skepsis over for naturvidenskaberne ligger dog uden for rammerne af denne artikel.

Det blev et udbredt forskningspolitisk synspunkt at yderligere fremskridt var afhængig af videnskaben for at sikre såvel borgernes velfærd som deres sikkerhed. Sputnik-chokket og den kolde krig forstærkede dette synspunkt, men militærets fokus på videnskab under den kolde krig var dog et dobbeltsidet sværd som samtidig understregede de store destruktive kræfter som videnskaben og den moderne teknologi rådede over. Det samme blev fremhævet af den fremvoksende miljøbevægelse der påpegede at videnskabens og teknologiens frembringelser havde en omfattende negativ indvirkning på miljøet. Blandt de første eksempler på en sådan kritisk holdning til videnskabens indvirkning på miljøet var Rachel Carsons bestseller *Silent Spring* fra 1962 der fremmalede den ødelæggende effekt af pesticider og forudså en fremtid i hvilken fuglesang ville være forsvundet og den menneskelige levealder kort. Andre miljøforkæmpere fokuserede på toksiner i al almindelighed, på radioaktivt materiale eller i de senere år på genmodificerede materialer. Forureningsproblemer i forbindelse med kemisk og anden videnskabs- eller teknologibaseret industri, som for eksempel ved vores egen Harboøre Tange, understregede advarslerne, og større uheld som Tre-mile Øen (1979), Bhopal (1984), og Tjernobyl (1986) satte sig fast i offentlighedens bevidsthed.

4.2 Skandalehistorier

Med til at fremmale et negativt billede af videnskaben var ligeledes forskellige skandaler hvor der var blevet gjort skade på forsøgspersoner uden disses vidende. Denne kritik har af gode grunde i høj grad været rettet mod medicinen, men kan meget vel have påvirket synet på videnskab mere generelt.

Efter Nürnberg-processernes opgør med forskningen i KZ-lejrene havde man ganske vist i Nürnberg-koden formuleret en række principper for at sikre forsøgspersoner, herunder at de skulle afgive frivilligt samtykke, og at de ikke måtte lide unødigt overlast. Alligevel blev det i 1972 afsløret at US Public Health Service siden 1932 havde studeret forløbet af ubehandlet syfilis hos en gruppe afro-amerikanske mænd fra Tuscegee,

Alabama. Mændene fik ikke at vide at de deltog i et forsøg, men blev derimod narret til at deltage under foregivelse af at de blev behandlet. Imidlertid modtog de blot placebobehandling, og det blev gennem alle årene sikret at de ikke ad anden vej, fx i forbindelse med session, modtog nogen effektiv behandling. Selv efter der forelå dokumentation for at syfilis kunne behandles effektivt med penicillin, blev også denne behandling foreholdt forsøgspersonerne, og forsøget blev først stoppet da det kom til offentlighedens kendskab. (Jones, 1992).

Andre skandalehistorier der har bidraget til billedet af en kold og umenneskelig videnskab, har fx omhandlet eksperimenter med radioaktive stoffer og ioniserende stråling på soldater, terminale patienter og indsatte i fængsler (Wasserman & Solomon, 1982, Welsome, 1999). Om end antallet af studier som omfatter kendt skadevirkning på forsøgspersonerne, gudskelov er forholdsvis lille, omfatter skandalehistorierne også en lang række studier hvor forsøgspersonerne er blevet holdt i uvidenhed. Som et dansk eksempel på en offentlig skandalehistorie kan nævnes en undersøgelse over effekten af tumorektomi over for mastektomi hvor kvinderne blev randomiseret til en af de to behandlinger uden deres vidende.

I de senere år har de videnskabsetiske debatter i høj grad handlet om følgerne af den biomedicinske og genetiske forskning hvor det diskuteres om de videnskabelige landvindinger er ønskværdige for vores samfund, eller om de implicerer et uacceptabelt syn på mennesket.

4.3 Stagnation

I løbet af de år hvor kritikken af naturvidenskaben øgedes, oplevede den samtidig en stagnation der stod i modsætning til den store vækst man hidtil havde set. Umiddelbart efter 2. Verdenskrigs afslutning havde Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, i rapporten *Science the endless frontier. A report to the President*, argumenteret for at en vigtig nøgle til fremskridt - bedre sundhed, nye industrier, bedre afgrøder, flere job og mere fritid - var massive

investeringer i grundforskning. Dette synspunkt deltes af mange. I USA stiftedes National Science Foundation i 1950, og tilsvarende blev der i mange andre vestlige lande nedsat komiteer der skulle rådgive regeringerne om hvordan man sikrede sit land en fremtrædende position.

I bogen *Little Science, Big Science* fra 1963 beskrev Derek John de Solla Price ud fra scientometriske undersøgelser videnskabens vækst. Det er fra herfra at velkendte udsagn om at "80-90% af alle videnskabsfolk der nogen sinde har levet, er i live nu", eller at "det omtrentlige omfang af videnskaben målt i arbejdskraft eller publikationer fordobles inden for en 10-15 års-periode", stammer. Men Solla Price diskuterede samtidig at en sådan eksponentiel vækst ikke kunne forventes at fortsætte; hvis den gjorde, ville der, som han malende beskrev det, snart være to videnskabsfolk for hver mand, kvinde, barn og hund i befolkningen, og vi skulle bruge dobbelt så mange penge på dem som vi havde (jf. Solla Price, 1963, s. 19). Solla Price forestillede sig derfor at videnskaben udviklede sig efter en logistisk kurve, og at midtpunktet nok havde været nået i løbet af 1940'erne eller 1950'erne. Hvad Solla Price så forude, var derfor en nødvendig reorganisering af videnskaben hvori den tilpassede sig en aftagende vækst.

Hvad der i 1963 var en hypotese for fremtiden, blev godt 30 år senere beskrevet som den faktiske situation i nutiden af John Ziman i *Prometheus Bound: Science in a dynamic steady state* (1994). Ifølge Ziman var situationen nu den at de nationale budgetter ikke længere kunne finansiere videnskabelig ekspansion og udforskning af nye områder gennem større forskningsgrupper og større udstyr, og at videnskaben derfor var under omstrukturering. Ziman, der i starten af 1980'erne havde opgivet et professorat i fysik for at hellige sig videnskabsstudier og forskningspolitik, medgav ganske vist at hans beskrivelse ikke var et resultat af egentlig forskning, men opfattelsen af at væksten var slut, deltes af mange. Men hvor Ziman pragmatisk talte for at ændre forskningssystemerne så de passede til den nye situation, vendte andre blikket bagud

mod de tabte, bedre tider. Et eksempel er rapporten *Science: The End of the Frontier*, som skrevet af præsidenten for American Association for the Advancement of Science, nobelpristageren Leon M. Lederman, blev udsendt som et tillæg til *Science* i januar 1991. Her beskrev Lederman hvordan forskerne gennemsnitligt havde fået færre og færre penge at forske for siden 1968, og gav udtryk for at videnskaben var i en alvorlig krise som kun kunne afhjælpes ved en fordobling af forskningsbevilgerne. Rapporten byggede på en uformel undersøgelse der omfattede cirka 250 forskere, men om end man således med god grund kan diskutere om undersøgelsens resultater er valide, giver den et indtryk af mange videnskabsfolks opfattelse af situationen. (Palca, 1991).

5 Science Wars

Den nye videnskabssociologis fokus på naturvidenskab som en social aktivitet og dens frembringelser som sociale konstruktioner antog undertiden temmelig radikale former. Det vil her føre for vidt at gå i detaljer, og Latours beskrivelse af videnskabsfolk og de studerede objekter som aktører på lige fod må her tjene som eksempel på en tilgang der i alle fald kan læses ret radikalt, her gennem sin brug af militære metaforer og fremstilling af den undersøgte genstand som noget der kan tage stilling for eller imod forskeren (Latour, 1987, s. 84):

The micro-organisms on which Pasteur depended were made to betray him: they appeared spontaneously thus supporting Pouchet's position. In this case, the actants change camps and two spokesmen are supported at once. This change of camp does not stop the controversy, because it is possible to accuse Pouchet of having unknowingly introduced micro-organisms from outside even though he sterilised everything. The meaning of 'sterile' becomes ambiguous and has to be renegotiated. Pasteur, now in the role of dissenter, showed that the mercury used by Pouchet was contaminated. As a result Pouchet was cut off from his supply lines, betrayed by his spontaneous micro-organisms, and Pasteur becomes the triumphant spokesman, aligning 'his' micro-organisms which act on command.

Den radikale fremstilling af naturvidenskaben fik betydning langt ud over den snævre kreds af radikale videnskabssociologer. Radikale feminister og minoritetsforskere argumenterede at hvis naturvidenskaben var konstrueret af mennesker i en proces hvor mange påvirkninger spillede ind, herunder også kulturelle, og der tilmed ikke var nogen rationel basis for at foretrække en konstruktion frem for en anden, så var den nuværende naturvidenskab, som næsten udelukkende var konstrueret af hvide, kristne mænd, blot udslag af én form for rationalitet der sagtens kunne - og burde - erstattes med andre.

Fremstillingen af naturvidenskaben som konstrueret og relativ blev hurtigt optaget i 1980'ernes fremvoksende postmodernisme der bl.a. proklamerede opgør med oplysningens idealer om rationalitet, objektivitet og universaliserbar viden. Interessant nok blev der i en del af den postmoderne litteratur samtidig trukket på dele af naturvidenskaben som støtte i argumentationen for postmodernismens realitet. Der var her specielt tale om relativitetsteori, kvantemekanik og kaosteori som med begejstring blev fremstillet som en helt ny og fundamentalt anden måde at se verden på. Vigtigt er det at ophavsmændene til denne del af den postmoderne litteratur primært havde deres viden om naturvidenskaben fra en særlig subgenre af populærfilosofiske fremstillinger der kraftigt betonede de revolutionære filosofiske implikationer, og som ofte gav en meget simpel fremstilling af fysikkens implikationer uden for dens eget område.³² Gennem denne særlige alliance anvendtes fx ubestemthedsrelationerne til helt at udslette begrebet om en objektiv virkelighed der eksisterer uafhængigt af vores indvirkning. (Carson, 1995, Sestoft, 1999).

Alle disse radikale fremstillinger af naturvidenskaben fremkaldte i 1990'erne en reaktion fra forskellige naturvidenskabelige forskere, som i løbet af det følgende tiår udfoldede sig hvad

32) Carson (1995) opremser en række af de ofte citerede værker, heriblandt Fritjof Capras *The Tao of Physics* (1977), David Bohms *Wholeness and the Implicate Order* (1980), og Ilya Prigogine & Isabelle Stengers *Order Out of Chaos* (1984).

der ofte omtales som “The science wars”.³³ Starten blev markeret af bogen *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science* (1994) skrevet af biologen Paul R. Gross og matematikeren Norman Levitt. Gross og Levitt var bekymrede for om det de så som et stærkt fortegnet billede af videnskaben, gjorde offentligheden ude af stand til at bedømme videnskaben på fornuftig vis (Gross & Levitt, 1994, s. 4):

We do not suggest that there is any reason for scientists to be acutely alarmed in the short run. The academic left's rebellion against science is unlikely to affect scientific practice and content; nor will it penetrate the attitudes of those who study the philosophical implications of science from a position of genuine familiarity. The danger, for the moment at least, is not to science itself. What is threatened is the capability of the larger culture, which embraces the mass media as well as the more serious processes of education, to interact fruitfully with the sciences, to draw insight from scientific advances, and, above all, to evaluate science intelligently.

Gross og Levitt holdt sig til gengæld ikke tilbage i deres karakteristik af kulturfagene og gav derved fra starten debatten en uforsonlig tone. De fremstillede en ‘epistemologisk rangordning’ af videnskabelige områder hvor naturvidenskaberne stod øverst, historie, økonomi og socialvidenskaberne i lag derefter, og nederst litteraturvidenskab (‘literary criticism’), der simpelt hen var “out of the running in the epistemological sweepstakes” (Gross & Levitt, s. 12). Irriteredes de over at videnskabsstudierne forsøgte at hive naturvidenskaberne ned fra piedestalen, forsøgte de til gengæld selv at bygge piedestalen dobbelt høj ved at hævde asymmetrier som fx at hvis en dag alle humanister var væk, kunne naturvidenskabsfolkene jo sagtens levere en i det mindste acceptabel undervisning i de humanistiske fag, mens de lod være underforstået at det mod-

33) De mange aspekter af ‘science wars’ diskuteres i bl.a. Segerstråle 2000 og Trachtman & Perruci, 2000.

satte på ingen måde kunne være tilfældet. (Gross & Levitt, s. 243).

6 Hvordan formidles billedet af naturvidenskaberne?

Der er næppe nogen tvivl om at ændringerne i billedet af naturvidenskaben er af stor betydning for undervisningen i de naturvidenskabelige fag; dette har været diskuteret i årtier.³⁴ Det er dog næppe heller entydigt hvorledes dette bør udmønte sig. I den ene ende af spektret ligger et udbredt standardbillede af den objektive, værdifrie og mod sandheden fremadskridende videnskab; et billede som historiske studier overbevisende har vist uholdbart i sin rendyrkede form, men som stadig trives i undervisningsmateriale og blandt undervisere og forskere. I den anden ende af spektret ligger et billede af videnskaben som irrationel, relativistisk og helt igennem social konstrueret; et billede der i den ekstreme form er særdeles svært at forsvare, men som ikke desto mindre ses anvendt i den offentlige debat, og som vil kunne påvirke de unge.³⁵ Disse to ekstremer er det lige vigtigt at undgå. Det komplicerer dog så blot billedet yderligere at mellempositionen skitseret af Kuhn knytter videnskabens udvikling gennem normalvidenskab og revolutioner sammen med en undervisning der bevidst fortier samme model. (kapitel 6.1).

For de videre overvejelser af hvorledes den ændrede opfattelse af videnskaben kan påvirke overvejelser om naturfaglighed, vægtning af og progression i stoffet, er det vigtigt at vide hvorfor elever og studerende på forskellige niveauer skal vide noget om videnskab som proces, hvilken opfattelse man ønsker at

34) Lederman 1992 giver en oversigt over fyrré års forskning i elever og læreres opfattelser af naturvidenskab, mens Matthews (1994) giver en oversigt over samme periodes diskussioner af videnskabsteoriens og -historiens rolle i forhold til undervisning i de naturvidenskabelige fag.

35) At denne litteratur kan nå ud til de unge nævnes ganske kort - og i en positiv betydning - af Ryan (1987), der finder, at unge ser videnskabsfolk som mere ærlige og objektive end andre mennesker, men at dette syn kan ændre sig gennem udbredelsen af den nyere videnskabssociologiske litteratur.

videregive, hvilket billede af naturvidenskaberne elever og studerende møder såvel i som uden for undervisningen, og hvilket billede af naturvidenskaberne de selv har. (kapitel 6.2).

6.1 Den indre spænding i Kuhns position

Som regel ses det nye billede af naturvidenskaberne som igangsat af Thomas Kuhns *The Structure of Scientific Revolutions*.

Kuhn havde i slutningen af 1940'erne og i 1950'erne undervist på de historisk orienterede 'general science' kurser som var iværksat på Harvard. I denne sammenhæng gav Kuhn udtryk for at disse kurser tjente til at give de studerende "some realization that social and professional forms can stimulate or hinder growth of science as well as conversely", og at naturvidenskaben var "a far more human endeavour, in which no methods, no sources of inspiration are barred".³⁶ Ikke desto mindre argumenterede han i sin videnskabsteori for at de naturvidenskabelige uddannelser i sin natur nødvendigvis måtte være dogmatiske i sin fremstilling af nuværende viden og netop afskære alle de tidligere og nu opgivne synspunkter, som ellers kunne give netop det billede af naturvidenskaben som han i 'general science' kurserne ønskede at udbrede (Kuhn, 1959). Kuhns argument herfor var at en konvergent aktivitet ikke blot var nødvendig for normalvidenskaben, men samtidig også var specielt egnet til at fokusere på de problemer der fører til store nye erkendelser, og at en konvergent aktivitet således også var en forudsætning for at kunne udvikle revolutioner. Uddannelsen af de kommende naturvidenskabelige forskere måtte derfor primært tjene til at bringe dem ind i den herskende konsensus og lære dem at arbejde i overensstemmelse hermed. Hvad der var relevant herfor, er alene de accepterede teorier, mens der kunne ses bort fra alle tidligere og nu opgivne synspunkter.

Denne understregning af den dogmatiske uddannelse til konvergent tænkning var et provokerende synspunkt, ikke blot

36) Citaterne her er alle fra foredraget "Can the layman know science?", som Kuhn holdt på State Teachers College - Bridgewater, Massachusetts i december 1955. Manuskriptet findes i Kuhn-arkivet ved MIT.

blandt videnskabsteoretikere, men også blandt didaktikere. På det tidspunkt hvor Kuhn fremsatte sit synspunkt, havde National Science Foundation startet et forskningsprogram om kreativitet som skulle hjælpe til at finde de unge videnskabsfolk som havde det største potentiale. Kuhn præsenterede sine tanker om den dogmatiske uddannelse på den 3. Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent der blev afholdt i 1959 inden for rammerne af NSF's program. Kuhn var uenig med de fleste andre af konferencens deltagere og spurgte om ikke fleksibilitet og fordomsfrihed var blevet for entydigt fremhævet som de karakteristika der var nødvendige for grundforskning. På en senere konference blev Kuhns synspunkter kommenteret af formanden for en af de NSF-støttede curriculums-projekter med ordene at han var "appalled to think that, if Mr. Kuhn is right, we should go back to teaching paradigms and dogmas." (Kuhn et al., 1963, s. 382).

Senere har flere fagdidaktikere argumenteret kraftigt imod Kuhns syn på uddannelse, primært fordi det ser ud til at passe dårligt til det didaktiske ideal om kritisk tænkning.

6.2 Fagdidaktiske diskussioner

Som nævnt er der to ekstremer som det begge er vigtigt at undgå at formidle gennem undervisningen. Det ene er det gamle standardbillede af naturvidenskaberne som objektive, værdifrie og kumulativt fremadskridende. Først og fremmest er dette billede fortegnet. Et fejlagtigt billede af naturvidenskaben som proces kan være svært for eleverne at forene med deres egne erfaringer med naturvidenskabeligt arbejde, med frustration og forvirring til følge. Et fejlagtigt billede af naturvidenskaben som proces stiller endvidere eleverne dårligt i forhold til senere at kunne deltage i den offentlige, demokratiske debat på områder som omhandler naturvidenskaberne. Der er derfor næppe nogen tvivl om at undervisningen må undgå at videregive dette fortegnede billede. Endeligt argumenteres der ofte for at det gamle billede af en ophøjet naturvidenskab kan virke fremmedgørende på eleverne og skubbe dem væk fra naturvidenskaben, hvorimod billedet af naturvidenskaben som en fejl-

barlig, menneskelig aktivitet i højere grad kan virke tiltrækkende.³⁷

Det andet yderpunkt er det radikalt relativistiske billede af naturvidenskaben som blot en af mange vidensformer blandt hvilke det ikke er muligt at foretrække en fremfor andre. Dette yderpunkt har - indtil nu - været mindre diskuteret i den didaktiske litteratur end dets modsætning. Det radikalt relativistiske billede er også fortegnet, og videregivelsen af dette billede vil ligeledes vanskeliggøre meningsfulde demokratiske debatter på områder som omhandler naturvidenskaberne. En udbredelse af dette billede kunne meget vel udgøre et stort problem for både videnskaberne og for borgerne selv. Bliver det fx et udbredt synspunkt at man principielt slet ikke kan afgøre om biomedicin er bedre end krystalterapi, er både den biomedicinske forskning og borgernes helbred truet.

Men hvorledes er situationen rent faktisk; hvilket billede har elever og studerende af naturvidenskabens arbejdsmetoder og struktur? Det er i denne artikel ikke muligt at give nogen dybdegående oversigt over internationale studier på området. I det følgende skal punktnedslag i litteraturen derfor blot kort skitsere nogle hovedtemaer. Det har været et gennemgående tema i meget international litteratur at der i undervisningen skal gøres op med det traditionelle billede (fx Cawthron & Rowell, 1978, Duschl, 1988, Duschl, 1990, Gauld, 1982, Hodson, 1998). Flere studier indikerer at det traditionelle billede er udbredt blandt lærere og i undervisningsmateriale (fx Gallagher, 1991, Gauld, 1982, Hodson, 1998, Lederman, 1992). Derimod er der også flere studier der indikerer at elevernes billede er knap så traditionelt, om end studierne giver et meget blandet billede (fx Aikenhead, 1987, Carey m.fl., 1989, Ryan & Aikenhead, 1992, Aikenhead, 1997). Litteraturen indeholder desuden diskussioner af den mulige aldersafhængighed af

37) Se (Matthews, 1994) for en gennemgang af sådanne argumenter.

unges epistemologiske forestillinger (Carey m.fl., 1989).³⁸ Nogle studier viser at eleverne i høj grad har deres opfattelse af naturvidenskaberne fra massemedierne (Aikenhead, 1988), mens andre viser at lærerens syn på naturvidenskaberne har en meget stor betydning for hvordan eleverne kommer til at se på dem (Solomon m.fl., 1996), og at specielt tilrettelagte undervisningsforløb kan ændre på elevernes opfattelse af den naturvidenskabelige erkendelsesproces (Carey m.fl., 1989). Blandt buddene på forklaringer af diskrepansen mellem lærernes og elevernes syn på naturvidenskaberne er bl.a. at der sker en selektion så det primært er den del af eleverne der deler det traditionelle billede, der senere tager en naturvidenskabelig uddannelse. (Aikenhead, 1997)

6.3 Spørgsmål til overvejelse i det videre arbejde

Der er ikke noget entydigt svar på hvordan den ændrede opfattelse af naturvidenskaben påvirker undervisningen i de naturvidenskabelige fag. Nærværende artikel må derfor opsummeres i form af en række spørgsmål.

Hvor bredt dækker begrebet om "naturvidenskabelig dannelse"?

Begrebet kan anvendes såvel meget smalt hvor det alene dækker evnen til at genkende og anvende naturvidenskabelige begreber og formler, og meget bredt hvor det også omfatter forståelse af naturvidenskab som proces samt naturvidenskabernes historiske og sociologiske dimensioner.

38) Careys diskussion er specielt interessant derved at hun peger på muligheden for at radikal relativisme er et udbredt træk blandt ældre unge. Hun opsummerer således en række studier således at *These researchers agree that young adolescents make no differentiation between beliefs and the world, between accounts of the world and the world itself, between knowledge and reality. Differences of opinion are either not recognized, or are assumed to reflect differential access to information; the only mechanism that could yield incorrect beliefs is ignorance. In late adolescence, people become aware of genuine differences in interpretation of the same facts, genuine differences in beliefs. This leads to a period of radical relativism - there is no true knowledge and everybody is free to believe whatever they want. Finally, some people reach a mature epistemology that recognizes the impossibility of absolute truth, and recognizes the relativity of belief to interpretative frameworks, but also recognizes that there are canons of rational justification of belief* (Carey m.fl., 1989, s. 515f.).

Hvad kan være grundene til at foretrække et bredt begreb om "naturvidenskabelig dannelse"?

Der kan være flere forskellige grunde til at foretrække et bredt begreb om naturvidenskabelig dannelse. En begrundelse er at det er en nødvendig forudsætning for at kunne deltage i samfundets beslutninger omhandlende naturvidenskabelige områder at borgerne har kendskab til videnskabelig tankegang og forståelse for videnskaben som proces. En anden begrundelse er at en forståelse af naturvidenskaberne som proces kan øge elevernes interesse for dem.

Hvilken opfattelse af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur bør fremstilles i uddannelsessystemet?

Som diskuteret ovenfor, er såvel det traditionelle billede som den radikale modposition uønskede ekstremer at lande i. Tilbage står udfordringen at fremstille et billede der både medfører at naturvidenskabelig viden ikke kan bedømmes absolut, men altid må bedømmes ud fra en given kontekst, men samtidig også gør klart at naturvidenskaben frembyder meget effektive problemløsninger på en lang række punkter, og at den som vidensform godt kan være alternativer overlegen i sin problemløsningskapacitet. Det bør på dette område overvejes hvordan dette billede kan fremstilles i undervisningen, og på hvilke niveauer af uddannelserne man kan fremstille et billede af denne kompleksitet, og på hvilke niveauer man kan fremstille dele heraf.

Hvorledes kan forståelse af naturvidenskaben som proces og af naturvidenskabens arbejdsmetode og struktur inddrages i undervisningen?

Blandt de hidtil foreslåede strategier har været STS-programmer der betoner samspillet mellem naturvidenskab, teknologi og samfund (fx Solomon & Aikenhead, 1994), inddragelse af videnskabshistoriske cases der illustrerer hvordan viden opstår i en proces (fx Matthews 1999), og kombinationer af begge (Nielsen & Thomsen, 1990). Hvilke der er at foretrække, er ikke blot et spørgsmål om effektivitet i forhold til et læringsmål, men hænger også sammen med andre spørgsmål som fx

om det primære mål for at operere med et bredt begreb om naturvidenskabelig dannelse er at give eleverne de nødvendige forudsætninger for at deltage i det moderne samfund, eller om man ønsker at gøre eleverne mere interesserede i naturvidenskaben.

7 Referencer

Aikenhead, G.S. (1987): "High-School Graduates' Beliefs about Science-Technology-Society. III. Characteristics and Limitations of Scientific Knowledge", *Science Education* 71: 459-487.

Aikenhead, G.S. (1988): "An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics", *Journal of Research in Science Teaching* 25: 607-629.

Aikenhead, G.S. (1997): "Student views on the influence of culture on science", *International Journal of Science Education* 19: 419-428.

Bloor, D. (1976): *Knowledge and Social Imagery*, Chicago: University of Chicago Press.

Bush, V. (1945): *Science The Endless Frontier. A Report to the President*, Washington: United States Government Printing Office.

Carey, S., R. Evans, M. Honda, E. Jay & C. Unger (1989): 'An experiment is when you try it and see if it works': A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge", *International Journal of Science Education* 11: 514-529.

Carson, C. (1995): "Who Wants a Postmodern Physics", *Science in Context* 8: 635-655.

Carson, R. (1962): *Silent Spring*, London: Hamish Hamilton

Cawthron, E.R. & J.A. Rowell (1978): "Epistemology and Science Education", *Studies in Science Education* 5: 31-59.

Duschl, R.A. (1988): "Abandoning the Scientistic Legacy of Science Education", *Science Education* 72: 51-62.

Duschl, R.A. (1990): *Restructuring Science Education. The Importance of Theories and their Development*, New York: Teachers College Press.

Feyerabend, P.K. (1975): *Against Method*, London: New Left Books.

Fysikrejsesholdet (2002): Fra fysikrejsesholdets foredragsvirksomhed.

Gallagher, J.J. (1991): "Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science", *Science Education* 75: 121-133.

Gauld, C. (1982): "The Scientific Attitude and Science Education: A Critical Appraisal", *Science Education* 66: 109-121.

Gross, P.R. & N. Levitt (1994): *Higher Superstition: The Academic Left and Its Quarrels with Science*, Baltimore: John Hopkins University Press.

Hanson, N.R. (1958): *Patterns of Discovery*, Cambridge: Cambridge University Press.

Harding, S. (1991): *Whose Science? Whose Knowledge?*, Durham NC: Duke University Press.

Hodson, D. (1998): "Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum", *Curriculum Studies* 6: 191-216.

Jones, H. (1992): *Bad Blood: The Tuskegee Syphilis Experiment*, New York: Simon & Shuster.

Kragh, H. (1987): *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge: Cambridge University Press.

Kragh, H. (1999): "Temaer fra videnskabshistoriens historie", *Slagmark* 28-29: 7-24.

Kuhn, T.S. (1959): "The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research", i C.W. Taylor & F. Barron (eds.): *Scientific Creativity: Its Recognition and Development*, New York: John Wiley, s. 341-354.

Kuhn, T.S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press. Dansk oversættelse (*Videnskabens Revolutioner*) København: Fremad 1995.

Kuhn m.fl. (1963): "Discussion" (af The Function of Dogma in Scientific Research), i A.C. Crombie (red.): *Scientific Change: Historical Studies in the Intellectual, Social and Technical Conditions for Scientific Discovery and Technical Invention from Antiquity to the Present*, London: Heineman, s. 381-395.

Latour, B. (1987): *Science in action*, Cambridge MA: Harvard University Press.

Lederman, L.M. (1991): "The end of the frontier", *Science* 251 (supp.): 3-20.

Lederman, N.G. (1992): "Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research", *Journal of Research in Science Teaching* 29: 331-359.

Loose, J. (2001): *An Historical Introduction to the Philosophy of Science, 4th ed.*, Oxford: Oxford University Press.

Matthews, M.R. (1994): *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, New York: Routledge.

Matthews, M.R. (1999): *Time for Science Education: How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy*, Dordrecht: Kluwer.

Nielsen, H. & P.V. Thomsen (1990): "History and Philosophy of Science in the Danish Curriculum", *International Journal of Science Education* 12: 308-316.

Palca, J. (1991): "Leon Lederman's Quest: Double Science Funding", *Science* 251: 153-154.

Polanyi, M. (1958): *Personal Knowledge*, Chicago: University of Chicago Press.

Polanyi, M. (1967): *The Tacit Dimension*, London: Routledge.

Oppenheim, P. & H. Putnam (1958): "Unity of Science as a Working Hypothesis", i H. Feigl, M. Scriven & G. Maxwell (red.): *Concepts, Theories, and the Mind-Body Problem*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. II, Minneapolis: University of Minnesota Press, s. 3-36.

Ryan, A.G. & G.S. Aikenhead (1992): "Students' Preconceptions about the Epistemology of Science", *Science Education* 76: 559-580.

Segerstråle, U. (red.) (2000): *Beyond the Science Wars. The Missing Discourse about Science and Society*, New York: SUNY Press.

Sestoft, C. (1999): "Hvad et begreb gør (u)begribeligt. Postmodernisme-begrebets historie", *Kritik* 139: 1-23.

Solomon, J. & G. Aikenhead (red.) (1994): *STS Education: International Perspectives on Reform*, New York: Teachers College Press.

Solomon, J., L. Scott & J. Duveen (1996): "Large-Scale Exploration of Pupils' Understanding of the Nature of Science", *Science Education* 80: 493-508.

Solla Price, D. J. de (1963): *Little Science, Big Science*, New York: Columbia University Press.

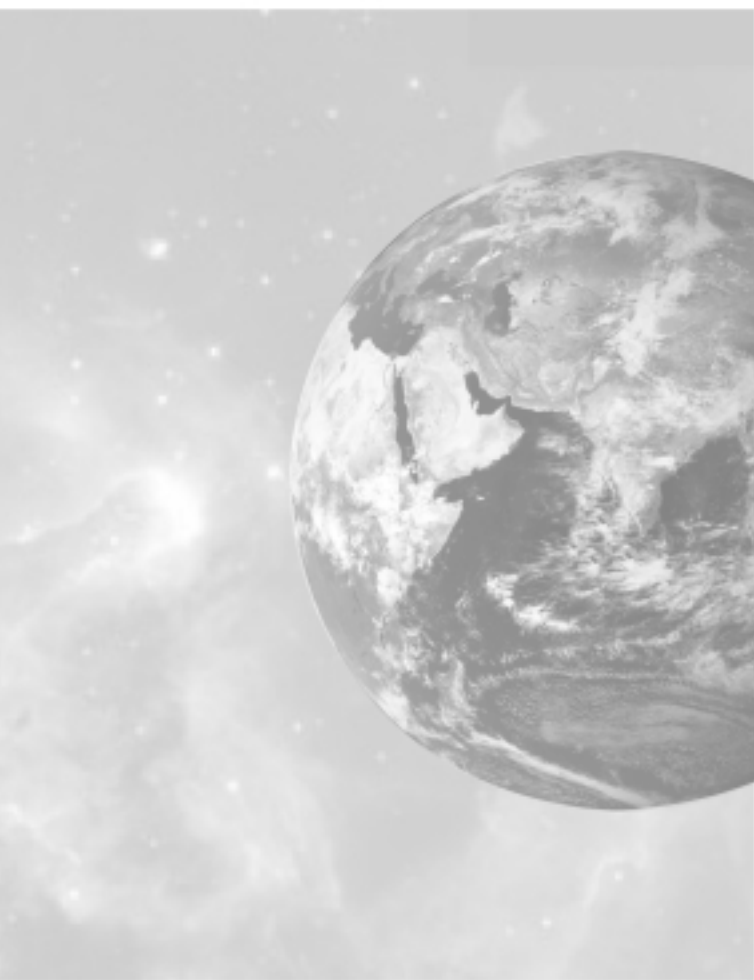
Trachtman, L.E. & R. Perruci (2000): *Science under Siege? Interest Groups and the Science Wars*, Lanham: Rowman & Littlefield.

Wasserman, H. & N. Solomon (1982): *Killing Our Own: The Disaster of America's Experience with Atomic Radiation*, New York: Dell Publishing.

Welsome, E. (1999): *The Plutonium Files: America's Secret Medical Experiments in the Cold War*, New York: Dial Press.

Ziman, J. (1994): *Prometheus Bound: Science in a dynamic steady state*, Cambridge: Cambridge University Press.





Inspiration fra udlandet - nordiske og portugisiske erfaringer

Af Trine Facius & Sebastian Horst

Formålet med denne artikel er at beskrive udvalgte aktiviteter i udlandet der kan bruges til inspiration for danske tiltag inden for det naturfaglige uddannelsesområde. Vi har valgt at beskrive aktiviteter i Sverige, Finland, Norge samt Portugal i nævnte rækkefølge. De tre nordiske lande kan på mange måder sammenlignes med danske forhold, og dog er der væsentlige forskelle, som det vil fremgå af artiklen. Portugal er interessant fordi man her har gennemført projektet *Ciência Viva* som alene i kraft af sin størrelse i forhold til Portugals størrelse er interessant. Dette projekt viser med tydelighed at selv et lille land rent faktisk kan iværksætte tiltag som skaber store forandringer - hvis bare den politiske vilje er til stede.

1 Svenske initiativer

I mange lande i EU og i OECD er man for tiden bekymrede over det alarmerende fald i interesse for naturvidenskab blandt unge og den faldende søgning til naturvidenskabelige uddannelser. Dette er dog ikke et problem man i dag møder i Sverige. På trods af det bekymrende billede som de svenske medier til tider fremstiller, har man faktisk her stor succes med at rekruttere unge mennesker til naturvidenskabelige og teknologiske uddannelser. Det lidt fordrejede mediebillede skyldes i højere grad industriens og politikernes ønske om en større stigning, for faktisk er der slet ikke tale om fald i rekrutteringen til de naturvidenskabelige uddannelser i Sverige, men derimod et meget stabilt optag. Hvad er årsagerne til at Sverige, modsat mange andre lande, er i stand til at fastholde en konstant interesse for disse uddannelser? Svaret er nok i høj grad det store engagement fra den svenske stat og andre aktører på området for at udvikle og højne interessen for naturvidenskab gennem adskillige tiltag. Et vigtigt projekt i den forbindelse er

det såkaldte NOT-projekt, men også ressourcecentre og sciencecentre såvel som målrettet efteruddannelse af lærere inden for de naturvidenskabelige fag er vigtige faktorer.

Dette kapitel om disse svenske tiltag bygger på forskellige kilder herunder især to: (Backlund, 2002) og et studiebesøg i marts 2003 hos *Nationellt resurscentrum för fysik* i Lund foretaget af Nils O. Andersen, Henrik Busch og Sebastian Horst.

1.1 NOT-projektet

NOT-projektet blev startet af den svenske regering i 1993, og hvervet blev lagt ud til de to ministerier der tager sig af henholdsvis skoleuddannelse og højere uddannelse. Regeringen ønskede med projektet at stimulere interessen for naturvidenskab og teknologi, og med de to involverede ministerier ønskede man at signalere det delte ansvar for denne opgave. På denne måde skulle det ligeledes sikres at både folkeskole, gymnasiale uddannelser og videregående uddannelser blev involveret.

I kommissoriet for projektet lægger regeringen stor vægt på samfundsbehovet for veluddannede folk inden for disse områder, såvel som vigtigheden af at højne befolkningens generelle viden om naturvidenskabelige og teknologiske emner og problemstillinger. Med udgangspunkt i dette skulle der lægges særlig vægt på to områder:

- Udvikling af undervisningsmetoder inden for naturvidenskab og teknologi, så børn, unge og voksne får mulighed for at nærme sig fagene på en stimulerende måde, gerne med udgangspunkt i deres hverdag.
- Ændre holdningen til naturvidenskab og teknologi i samfundet i en positiv retning, og højne interessen og nysgerrigheden i befolkningen.

Projektet har en solid økonomisk baggrund med 5 millioner svenske kr. om året til rådighed. Organiseringen af projektet sker via en styringsgruppe bestående af bare fire medlemmer. Denne støttes af et såkaldt NOT-råd der fungerer som kilde til

nye ideer og som ambassadører for projektet, da medlemmerne af rådet er udvalgt så de repræsenterer de forskellige niveauer i uddannelsessystemet. Herudover samarbejder styringsgruppen i stort omfang med de to ministerier, med de nationale resourcecentre, med læreruddannelsesinstitutioner, med skoler og med industri og erhverv.

Projektet har givet anledning til flere aktiviteter både af kortere og længere varighed og af både national og mere lokal karakter. Ideerne til aktiviteterne kan komme fra styringsgruppen eller fra nogle af samarbejdspartnerne, men fælles for alle aktiviteterne er den bevidste brug af eksterne eksperter ved realiseringen af disse.

Eksempler på aktiviteter i NOT-projektet der særligt skulle fokusere på efter- og videreuddannelse af lærere er:

- Seminarrække for undervisere på læreruddannelsesinstitutioner. Disse indeholdt forelæsninger og diskussioner vedrørende didaktiske spørgsmål.
- Evaluering af naturvidenskabsundervisning. Dette var møntet på lærere i skolen der blev trænet i at evaluere deres egen undervisning.
- Efteruddannelse af klasselærere i naturvidenskabsundervisning.
- Regionale konferencer vedrørende naturvidenskabsundervisning. På disse konferencer bidrager såvel eksperter inden for de forskellige fagområder som lokale lærere inden for fagene.

For også at sørge for lokale aktiviteter blev kommunerne i Sverige i 2001 opfordret til at nedsætte lokale grupper som skulle bestå af lokale politikere samt repræsentanter fra industri, handel, skoler og kulturen. Grupperne skulle være ansvarlige for at inspirere og koordinere lokale projekter, og til gengæld forpligtet styringsgruppen sig til at sørge for at forsyne de lokale grupper med information om diverse aktiviteter, bidrage til lokale aktiviteter og gøre deltagelse i nationale aktiviteter mulig. En fjerdedel af kommunerne tog imod dette tilbud.

Ligeledes har styringsgruppen samarbejdet med nogle af science-centrene om forskellige tiltag til at øge forældrenes interesse for undervisningen inden for naturvidenskab og teknologi. Ved at engagere forældrene mere i denne del af undervisningen håber man at højne elevernes interesse for naturfaglige og tekniske fag.

NOT-projektet har opnået mange gode resultater og erfaringer undervejs. For at sørge for at de bliver udbredt, udgiver styringsgruppen *“NOT-bladet”* fire gange om året. Bladet indeholder både populærvidenskabelige artikler og information om de forskellige aktiviteter. Herudover har der i NOT-projektet været foretaget helt specifikke analyser af forskellige relevante områder, fx har unge menneskers holdning til naturvidenskab været analyseret, og sammen med andre lignende analyser bliver disse gjort tilgængelige i det såkaldte *“NOT-hæftet”*.

Endelig har styringsgruppen sørget for at deltage i internationale konferencer og studeret andre landes aktiviteter og forskningsresultater for at sørge for at holde sig opdateret og drage nytte af andre landes erfaringer.

1.2 Andre initiativer

Flere initiativer har været direkte rettet mod skoler. Blandt andet har man sørget for at sætte flere timer af til undervisning i naturvidenskab og teknologi i folkeskolen og på gymnasiale uddannelser. Selv for førskoleniveauet har man forsøgt at beskrive nogle mål for disse fag for allerede her at præsentere børnene for det naturfaglige område. Teknologi er desuden blevet et separat fag i skolen der skal bidrage med teknisk viden såvel som forståelse af forbindelsen mellem teknologi på den ene side og mennesker, kultur og natur på den anden side. I gymnasiet har man desuden fået indført at grundlæggende kurser i matematik, naturvidenskab og teknologi er obligatoriske for alle elever.

For at forsøge at øge optaget på naturvidenskabelige og teknologiske uddannelser på universiteterne har man indført et

naturvidenskabeligt basisår. Dette basisår er rettet mod studerende der ønsker at tage en universitetsuddannelse inden for disse områder, men som ikke har opnået de fornødne kvalifikationer i gymnasiet. På basisåret får den studerende økonomisk støtte, men det er ingen kompetencegivende uddannelse, så en stor motivationsfaktor er at et gennemført basisår samtidigt garanterer den studerende en plads på det ønskede studie bagefter. Basisåret er altså en måde at gøre optagegrundlaget større for de naturvidenskabelige og teknologiske uddannelser, og det har især haft succes med at trække studerende ind som har en samfundsvidenskabeligt orienteret studentereksamen.

For at undervisningen i folkeskole og gymnasium kan være så tidssvarende og engagerende som muligt, har der på flere universiteter været udbudt *efteruddannelseskurser til lærere*. For eksempel har der været kurser der sigtede mod at give folkeskolelærere en dybere forståelse for naturvidenskab og teknologi for derved bedre at være i stand til at motivere og inspirere eleverne, og der har været mere specifikke kurser når et ændret pensum har gjort det nødvendigt eller ønskeligt med en udvidelse af lærerens viden.

På *universiteterne* har man også forsøgt med forskellige tiltag til at gøre de naturvidenskabelige og teknologiske uddannelser mere attraktive. Et af de populære tiltag er at designe mere specifikke uddannelser der gør det muligt for den studerende fra start at vælge et bestemt område som han/hun interesserer sig for, i stedet for som tidligere at tilmelde sig en bred studieindgang og så siden hen specialisere sig. Dette er også en langt mere erhvervsorienteret måde at tænke på universitetsuddannelser på, fordi den i højere grad gør det klart for den studerende hvad det er han/hun uddanner sig til at arbejde med. Et af problemerne ved dette tiltag er ifølge universiteterne selv at det kan resultere i for få ansøgere til nogle af de mere traditionelle studier. På de højere læreanstalter er der desuden flere steder blevet oprettet uddannelser af kortere varighed end de traditionelle akademiske uddannelser. Et eksempel på dette er den treårige "High School Engineer" uddannelse. En person

med denne uddannelse har en smule svagere teoretisk baggrund end en civilingeniør, men ikke desto mindre er det mennesker der er stor efterspørgsel på i erhvervslivet. Udover disse tiltag har et antal universiteter også modtaget støtte til at forsøge sig med nye undervisningsformer.

Et tiltag der især har stor betydning for undervisningen i skoler og gymnasier, er de såkaldte *nationale ressourcecentre*. Der findes sådanne ressourcecentre for de forskellige fag matematik, fysik, kemi, teknologi, biologi og bioteknologi, og centrene er hvert tilknyttet et større universitet for at sikre den professionelle ekspertise på disse områder. De forskellige centre har forskellige aktiviteter, men et fælles udgangspunkt for dem alle er at deres opgave i høj grad er at henvende sig til lærere på forskellige niveauer for at bidrage med ny viden om faget og hjælpe med at højne kvaliteten af undervisningen. For eksempel har ressourcecenteret for kemi i høj grad sørget for at formidle nye forskningsresultater og information om forholdet mellem kemi og samfundet, de har sørget for efteruddannelse af lærere, de er kommet med ideer til eksperimentelt arbejde, bidraget med viden om sikkerhedsforanstaltninger, og de har sørget for kontakt mellem skolerne og industrien.

Ressourcecentrene afholder bl.a. efteruddannelseskurser og udarbejder Internetressourcer til brug for lærere der underviser inden for centrets fagområde. It bruges generelt meget, og seneste udvikling her er en fælles Internetportal for naturvidenskab og teknik (www.skolverket.se/notnavet/). I efteruddannelsesaktiviteterne for grundskolelærere har man bl.a. fokus på den store gruppe lærere der ikke har det store ønske om at undervise i naturfagene, fx fordi man ikke mener at have tilstrækkelige faglige kompetencer. Fjernundervisningskurset "Fysikbutikken" udarbejdet af ressourcecentret for fysik er fx specifikt rettet mod denne gruppe lærere. Kurserne er typisk en blanding af fagligt indhold og didaktik og metodik.

I 2003 afholder man for første gang en NO-biennale fire steder i Sverige. Biennalen, som tænkes afholdt fremover hvert

andet år, arrangeres af ressourcecentret for fysik på vegne af alle centrene. I Biennalen kan grundskolelærere deltage i workshops og høre foredrag med både svenske og udenlandske eksperter med det formål at inspirere til udvikling af den naturfaglige undervisning. Der deltager i alt ca. 1.000 lærere som hver har betalt 500 kr., hvilket svarer til omtrent en fjerdedel af de samlede omkostninger pr. deltager.

På centrene er de ansatte typisk frikøbt 50-75% fra en underviser- eller forskningsansættelse. Det opfattes som helt afgørende at der i kraft af de ansatte er gode forbindelser til både lærerpraksis, naturvidenskabelig forskning og pædagogisk forskning. Det har haft stor psykologisk betydning at centrene ikke er placeret centralt i Stockholm, men rundt omkring i Sverige fordi det understreger betydningen af at centrene ikke passivt skal afvente at interesserede kommer til centret, men at man aktivt må arbejde for at aktiviteterne bliver for hele Sverige.

Endelig har Sverige oprettet såkaldte *Science Centers* som i modsætning til ressourcecentre for lærere henvender sig mere direkte til børn og unge og den brede befolkning for at formidle forskellige naturvidenskabelige og teknologiske emner. På denne måde kan centrene være med til at højne den generelle viden i befolkningen om disse emner og bidrage til en positiv holdning til naturvidenskab og teknologi. Centrene eksisterer både i forbindelse med universiteter, men også som produkt af et samarbejde mellem handel, industri og lokale myndigheder eller sågar som produkt af private initiativer. Centrene modtager årligt sammenlagt 20 millioner svenske kr. i støtte fra den svenske regering, men har på grund af deres forskellige kontakter til industri, universiteter osv. meget varierende ressourcer og størrelser.

2 Det finske LUMA program

Under Finlands daværende statsminister Lipponen blev der i 1995 igangsat et program i Finland hvis formål var at sørge for at højne finernes kundskaber inden for matematik og natur-

videnskab til et internationalt niveau. Som led i dette store program blev udviklingsprojektet LUMA startet i 1996, og det kørte frem til 2002.

LUMA er en forkortelse for de finske ord for matematik og naturvidenskab, og i dette projekt dækker ordet naturvidenskab over områderne fysik, kemi, biologi og geofysik. Projektet skulle forsøge at udvikle finernes kundskaber inden for disse områder og skulle desuden opnå dette ved et udvidet samarbejde ikke blot mellem de forskellige uddannelsesinstitutioner i den offentlige sektor, men også via frivillig deltagelse fra industri, organisationer og medier. Årsagerne til at starte dette ambitiøse projekt var den voksende og omfattende betydning af matematik, naturvidenskab og teknologi i samfundet og den medfølgende nødvendighed af at uddanne både eksperter inden for disse områder samt sørge for en bred forståelse i befolkningen for de problemer og spørgsmål som områderne kan afføde. I forbindelse med disse krav fra samfundet var der visse problemer i det finske uddannelsessystem; der var få ansøgere til matematiske og naturvidenskabelige uddannelser, få elever var interesserede i disse fag i gymnasiet, og de manglede færdigheder inden for eksperimentelt arbejde og praktisk anvendelse af matematik.

2.1 Målene for LUMA

LUMA havde forskellige både kvalitative og kvantitative mål. Blandt disse mål var blandt andet følgende:

Kvalitative mål:

- Både de stærke og de svage elever og studerende skal tilgodeses så de vil have lige muligheder for at opnå indsigt i og færdigheder inden for matematik og naturvidenskab.
- Læringsmiljøer skal udvikles så elever i højere grad opfordres til at observere fænomener, udføre eksperimenter og trænes i at anvende deres viden på dagligdagsfænomener.
- Lærere på forskellige uddannelsesniveauer skal samarbejde om pensum, bl.a. for at sørge for en glidende overgang mellem forskellige uddannelsesinstitutioner.

- Befolkningen skal have mulighed for at tilegne sig den matematiske og naturvidenskabelige viden de har brug for.

Kvantitative mål:

- Øge optaget på universiteter og tekniske universiteter inden for matematik, naturvidenskab og teknologi.
- Øge antallet af studerende der tager studentereksamen i matematik, fysik og kemi på højt niveau.
- Sørge for større lighed mellem kønnene ved at anspore piger/kvinder til at interessere sig mere for matematik og naturvidenskab og søge uddannelser inden for matematik, naturvidenskab og teknologi.
- Øge antallet af lærere inden for matematik og naturvidenskab for at kunne imødegå behovet for uddannelse inden for disse fag på alle niveauer.

2.2 Implementeringen af projektet

LUMA-projektet indeholdt flere store underprojekter der skulle gøre det muligt at opnå de før beskrevne mål. Nogle af disse skulle løses nationalt, og andre på mere lokalt niveau. På nationalt niveau har Undervisningsministeriet og Uddannelsesstyrelsen afsat cirka 43 millioner kr. til blandt andet at udgive bøger og vejledninger til lærerne om fx brugen af eksperimenter i naturvidenskabsundervisning og matematikundervisning på erhvervsuddannelser. Desuden blev skolelærere tilbudt videreuddannelse inden for både faglige områder såvel som inden for de enkelte fags didaktik. Cirka 11.000 lærere benyttede sig af dette tilbud.

Lokalt skete implementeringen af projektet i 16 netværk bestående af i alt 78 lokale koordinators og 270 undervisningsinstitutioner, og to vigtige aspekter af projektet var samarbejdet på tværs af disse deltagere og deltagernes individuelle frihed og ansvar for projektet.

Samarbejdet og formidlingen mellem de forskellige deltagere blev i hver kommune varetaget af en lokal koordinator der også skulle sørge for en bedre kontakt mellem industrien og

uddannelsesinstitutionerne. Dette skulle for det første bidrage til et større samspil på tværs af uddannelsesniveauer for at sikre bedre overgange fra ét uddannelsesniveau til næste og være med til at motivere de studerende på gymnasieniveau til at fortsætte med en uddannelse inden for naturfagene. For det andet skulle kontakten med industrien sørge for at give eleverne indsigt i hvad disse fag kan bruges til i hverdagen og dermed øge interessen for fagene.

Hver af de deltagende undervisningsinstitutioner havde en LUMA-koordinator der stod med ansvaret for at starte og gennemføre projekter til forbedring af undervisningen i matematik og naturvidenskab. På denne måde fik undervisningsinstitutionerne stor frihed til selv at foretage nytænkning uden at få udstukket meget stramme retningslinier for deres arbejde.

2.3 Resultaterne

Som det fremgår af den endelige rapport fremlagt af *LUMA-arbejdsgruppen* i december 2002, er ikke alle mål for LUMA nået, men på flere områder er udviklingen gået i den rigtige retning.

Der har været gode resultater i forbindelse med de generelle kundskaber i matematik og naturvidenskab på folkeskoleniveau, som det fremgår af undersøgelser som PISA og TIMMS hvor Finland placerer sig pænt over middel i disciplinerne matematik og naturvidenskab. Et vigtigt resultat fra disse undersøgelser er også den meget lille spredning der er blandt de finske elever, hvilket ifølge LUMA-arbejdsgruppen tyder på stor lighed i uddannelsessystemet.

Herudover mener arbejdsgruppen at samarbejdet på tværs af fagene er blevet styrket i de deltagende skoler, ligesom samarbejdet med partnere uden for skolerne er blevet styrket. Desuden er den eksperimentelle del af undervisningen blevet betydeligt bedre som resultat af LUMA, og lærerne har styrket deres viden om de forskellige fag og didaktik gennem videreuddannelse.

Antallet af nystartere på universiteterne inden for matematik og naturvidenskab er øget markant, faktisk mere end man havde satset på da man startede LUMA. Desværre har der dog ikke været den ønskede stigning i antallet af elever i gymnasiet der vælger matematik på højt niveau, og der har ikke været nogen fremgang af betydning i kvinders andel af dem der vælger at læse matematik og naturvidenskab på universitetsniveau.

Sidst, men ikke mindst, mener LUMA-arbejdsgruppen at den offentlige opmærksomhed og værdsættelse af matematik og naturvidenskab er forbedret, og at lærerne inden for disse fag værdsætter deres job i højere grad end tidligere.

2.4 Kritik af LUMA

I december 2002 modtog Finlands Undervisningsministerium rapporten "An Evaluation Report on the LUMA Programme Prepared for the Ministry of Education" forfattet af tre udenlandske forskere, der skulle evaluere forløbet fra 1996-2002 og komme med anbefalinger for det videre forløb. De tre forskere udførte denne evaluering ud fra LUMA-arbejdsgruppens afsluttende rapport og en række evalueringsbesøg hos skoler, universiteter, industri etc.

Overordnet er indtrykket af LUMA positivt; det har sat nogle tanker og projekter i gang hos mange lærere og forskere, men forfatterne rejser også en række kritikpunkter. Tre af deres hovedkritikpunkter drejer sig om den manglende støtte ovenfra, manglende koordinering af udbredelsen af opnåede erfaringer og resultater og det faktum at projektet ikke har valgt at tage udgangspunkt i allerede eksisterende forskning og analyser på dette område. Den førnævnte frihed som de enkelte kommuner og uddannelsesinstitutioner havde i forbindelse med projektformuleringer og udførelse af disse, har for nogen også været hæmmende. Succesen af dette element har i for høj grad været afhængig af en engageret koordinator der har fået tildelt tilstrækkelig tid til at tage sig af arbejdet, både på kommunalt plan og på den enkelte uddannelsesinstitution. Desuden er forfatterne bange for at projektets meget løse, eller helt manglende,

topstyring vil resultere i at der ingen overordnede initiativer bliver taget til at udbrede de resultater der er opnået på de enkelte uddannelsesinstitutioner, hvorved det store arbejde de enkelte mennesker har lagt i deres projekter ikke vil komme andre til gavn. Endelig mener forfatterne at det er en fejl at projektet ikke har valgt at tage udgangspunkt i allerede eksisterende forskning på området, men nærmest er startet fra bar bund. De mener at projektet med fordel kunne have betragtet analyser foretaget i andre lande vedrørende problemerne og valgt at tage udgangspunkt i nogle af de der foreslåede løsningsmetoder.

Alt i alt har projektet dog været en succes på mange områder og har bidraget med gode erfaringer som det er vigtigt at få udbredt og benyttet i fremtidigt arbejde på området.

3 Norske tiltag

I Norge findes mange af de samme udfordringer til det naturfaglige uddannelsesområde som i Danmark, herunder især rekrutteringsproblemer. Ligesom i Danmark har der heller ikke hidtil været foretaget nationale tiltag for at møde disse udfordringer, men meget tyder på at der nu sker tiltag med inspiration i udenlandske erfaringer. Dette kapitel vil beskrive de vigtigste af disse tiltag og baggrunden for dem.

Situationen i Norge er belyst gennem en række rapporter, og nedenstående fakta giver et indblik:

- Norge har det laveste, obligatoriske timetal til naturfagene og teknologi blandt OECD-lande.
- Der er i Norge færre elever end i de fleste andre lande som vælger at beskæftige sig særligt med naturfagene, især med fysik og matematik.
- Andelen af studerende inden for naturvidenskab og teknologi er i Norge langt lavere end i andre industrilande.
- Der er store kønsforskelle. Kvinder har mindre positive holdninger til naturfagene end mænd og fravælger naturfagene på alle niveauer i uddannelsesforløbet.

3.1 Den norske strategiplan

Efterhånden er der i Norge blevet udarbejdet en hel række rapporter og indstillinger som har det tilfælles at det kraftigt anbefales at gøre noget! I november 2002 udsendte det norske Uddannings- og Forskningsdepartementet en "Strategi for styrkning af realfagene 2002-2007" som er ambitiøs og indeholder en lang række forslag. Hovedformålet med strategien er

- at skabe øget kvalitet og kompetence i alle led, både i den grundlæggende uddannelse, i den videregående uddannelse og i forskningen,
- at forbedre motivationen hos elever og lærere mht. naturfag og at øge rekrutteringen til uddannelse inden for det naturfaglige uddannelsesområde, og
- at tydeliggøre nytteværdien af naturfagene for videre udvikling af vores velfærdssamfund og skabe en mere positiv holdning til naturfag i offentligheden.

Nedenfor nævnes hovedtiltagene i overskriftsform.

Tiltag rettet mod indhold og arbejdsmåder i de grundlæggende uddannelser:

- Øge timetallet i matematik
- Genvurdere naturfaget i grundskolen
- Udvikle gode arbejdsmåder og læremidler i naturfagene
- Stimulere til forsøgsvirksomhed lokalt
- Erfaringsopsamling gennem ordninger med demonstrationslærere
- Krav om høj kompetence i naturfag for at undervise i grundskolen
- Udvikle nye og bedre evalueringsformer i naturfagene
- Øge tilbudet af naturfaglige emner i valgfagene på ungdomsuddannelserne.

Tiltag for at øge motivation:

- Bedre rådgivning i ungdomsuddannelserne og i videregående uddannelser om valg af naturfaglige studier og studieretninger

- Stimulere til deltagelse i konkurrencer i naturfagene
- Udjævne kønsforskelle, gennem lokale tiltag som kan motivere piger til en karriere inden for det naturfaglige område.

Tiltag rettet mod læreruddannelserne og lærerrekruttering:

- Udvikle netbaseret videreuddannelsesstilbud i naturfagene
- Øget løn for lærere med speciale i naturfagene
- Udvikle ordning for afskrivning af studielån for lærere med speciale i visse naturfag
- Udvikle stipendieordning for efter- og videreuddannelse for lærere i naturfagene.

Tiltag rettet mod undervisning og forskeruddannelse på universiteter:

- Højere optagelseskrav for naturvidenskabelige studier
- Udvikle anvendt didaktik i naturfag på universiteter mv.
- Styrke søgningen til forskeruddannelser i naturfagene ved at øge forskningsbevillingerne hertil.

Tiltag rettet mod offentligheden og samarbejde med erhvervs-livet:

- Regionale netværk til at informere om mulighederne for karrierer inden for naturvidenskab og teknologi, herunder synliggørelse af rollemodeller, især for piger
- Støtte til at udvikle regionale videnscentre i hele Norge
- Øge mediernes naturfaglige kompetence ved at indføre stipendieordninger for journalisters efteruddannelse inden for naturfag samt stipendieordninger til journalistisk efteruddannelse for kandidater i naturvidenskab og teknologi
- Udviklingsstøtte til Internetsteder som lægger vægt på formidling af naturvidenskabelig kundskab, fx forskning.no og viten.no.

3.2 Tiltag i 2003

I januar 2003 har Utdannings- og Forskningsdepartementet via en pressemeddelelse udmeldt at man i 2003 vil tage en række tiltag som beskrives i det følgende.

For at højne kompetence i matematik i grundskolen tilbydes lærere uddannelsess stipendier i faget på indtil 100.000 kr. Stipendieordningen for efter- og videreuddannelse af lærere i naturfagene skal omfatte minimum 600 lærere i efteråret 2003. Målet er at antallet af lærere i grundskolen med høj kompetence i naturfagene skal fordobles inden 2007. Totalt set er 30 mio. kr. sat af til matematikstipendier i 2003. Herudover er sat midler af til etablering af landsomfattende, Internetbaseret videreuddannelse i naturfagene for lærere.

Departementet har i 2003 bevilget fire millioner kroner til etablering og drift af fem nye regionale videnscentre. Hensigten med videnscentrene er at hæve den almene interesse for naturfagene og være en ressource i læreruddannelse og i skolenes undervisning.

Målsætningen er at Norge i løbet af perioden skal placere sig blandt den bedste fjerdedel af OECD-landene (PISA gentages i 2003 og 2006).

Nasjonalt senter for matematikk i opplæringen blev oprettet 1. august 2002 ved Norges tekniske og naturvidenskabelige universitet (NTNU) i Trondheim. I foråret 2003 er *Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen* (Naturfagsenteret) ved Universitetet i Oslo blevet oprettet. I det følgende refereres dette centers foreløbige mandat.

3.3 Mandat for "Naturfagsenteret"

Centret skal være et nationalt ressourcecenter for naturfagene i uddannelsessystemet (børnehave, grundskole, videregående skole, voksenuddannelse og læreruddannelse). Hovedopgaven er at styrke kompetencen i og motivation for naturfag hos elever og lærere. Det skal gøres ved at udvikle og forbedre indhold og metode gennem forsknings-, forsøgs-, og udviklingsprojekter. Videre skal centret bidrage til tiltag for at øge rekrutteringen til naturfagene. Centret skal i sit arbejde søge kontakt med naturfagdidaktiske miljøer på det nationale, nordiske og internationale plan. Naturfagscentrets målgrupper er

lærere som underviser i naturfagene i grunduddannelse og i læreruddannelse, studenter, forskere og læremiddeludviklere.

Centret skal samarbejde med andre relevante fagmiljøer, lede og koordinere arbejdet med at udvikle arbejdsmetoder, indhold og eksempler på undervisningsmateriel som bidrager til at gøre naturfagsundervisning varieret, spændende og levende for elever og studerende. Centret skal bidrage til informations- og erfaringsspredning af resultater fra forsknings-, forsøgs- og udviklingsarbejde inden for de områder som naturfagscentret skal varetage. Dette arbejde kan gennemføres ved kurser, seminarer, besøg ved centret, materialeudvikling, skriftligt materiale og webbaserede løsninger.

Centret skal bidrage til at opbygge et reflekteret syn på naturfagene i samfundet. Centret skal bistå Uddannings- og Forskningsdepartementet med råd mht. læseplansudvikling og elev-evaluering i naturfagene. Specielt skal centret bidrage til at skabe god progression og sammenhæng i hele uddannelsesforløbet mht. naturfagsuddannelse. Centret skal bidrage til udvikling og afprøvning af IT-baserede læremidler og organisering af Internetbaserede læringsmiljøer i naturfagene.

Centret skal udvikle kontakter og samarbejde med nationale, nordiske og internationale netværk, organisationer og miljøer som arbejder med naturfagdidaktisk forskning og udviklingsarbejde og opbygge en oversigt over relevante projekter, erfaringer og materialer.

Centret skal bistå i arbejdet med at udvikle efter- og videreuddannelsestiltag for naturfagslærere og naturfaglige undervisere ved læreruddannelserne. Centret skal bidrage til at fremme ligestilling i naturfagsundervisningen mht. piger og drenge, socioøkonomiske uligheder og flerkulturelle miljøer.

Centret skal ledes af en faglig leder som refererer til Uddannings- og Forskningsdepartementet der skal godkende årsplaner, budgetter og økonomi samt følge op på centrets virksom-

hed. Centret skal have et fagligt råd som skal være en støtte for centret i faglige spørgsmål, og som udnævnes af Uddannelses- og Forskningsdepartementet.

4 Ciência Viva i Portugal

I dette kapitel beskrives indholdet i det portugisiske projekt Ciência Viva og hvad vi i Danmark kan bruge erfaringerne herfra til. Notatet bygger på information fra Ciência Viva's webside (www.cienciaviva.pt), diverse notater forfattet af en række udenlandske eksperter samt især et studiebesøg i Lissabon februar 2003 foretaget af Nils O. Andersen, Keld Nielsen og Sebastian Horst på vegne af *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*. Under dette besøg mødte vi de centrale personer i Ciência Viva, bl.a. direktør for Ciência Viva, Rosalia Vargas, og ophavsmanden bag projektet, professor og tidligere videnskabsminister, Jose Mariano Gago. Vi talte desuden med en række lærere der deltager eller har deltaget i Ciência Viva-projekter, og besøgte en grundskole, et gymnasium og et universitet.

4.1 Organisation af Ciência Viva

Ciência Viva blev skabt af det portugisiske ministerium for videnskab og teknologi i 1996. Formålet er, jf. webstedet:

“to provide support for projects aimed at promoting scientific and technological culture in Portuguese society, with particular emphasis on younger age groups and the primary and secondary school student population.”

Den politik der blev fulgt fra 1996 til 2001, var at tildele 5% af det offentlige forskningsbudget til at fremme *Research, Technology & Development Culture* og *Public Understanding of Science*, en politik der fulgte efter år med meget begrænsede aktiviteter inden for disse områder og uden den nødvendige kontinuitet.

I dag er Ciência Viva (National Agency for Scientific and

Technological Culture) en selvstændig sammenslutning der involverer ni af de bedste offentlige forskningslaboratorier:

- Coimbra Neurosciences Centre (CNC)
- Centre for Social Studies (CES)
- Telecommunications Institute (IT)
- Social Sciences Institute (ICS)
- Institute for Molecular and Cellular Biology (IBMC)
- Pathology and Immunology Institute of the University of Oporto (IPATIMUP)
- Chemical and Biological Technology Institute (ITQB)
- Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics (LIP)
- INESC Oporto Institute of Computer Systems and Engineering

og de vigtigste offentlige finansieringsorganisationer for naturvidenskab, teknologi og innovation:

- Innovation Agency, SA
- Foundation for Science and Technology (FCT).

Ciência Viva programmet har aktiviteter inden for tre hovedområder:

- 1) Skolerne
- 2) Befolkningens bevidsthed ("awareness") om naturvidenskab og teknologi
- 3) Interaktive sciencecentre.

Disse beskrives i det følgende med hovedvægt på det første hovedområde.

4.2 Skolerne

Siden 1996 er der blevet afholdt fem årlige ansøgningsrunder for projekter og 3.200 projekter har fået tildelt økonomisk støtte. Frem til slutningen af 2000 har over 3.000 skoler, 7.000 lærere og op mod 600.000 elever været involveret. I den

femte ansøgningsrunde i 2002 er 800 nye projekter blevet godkendt, og der er tildelt støtte til disse på i alt 5,3 mio. euro. Kriterierne for at modtage støtte er blevet udvidet for også at inkludere skabelsen af ressourcecentre hvor man lærer naturvidenskab gennem praktiske aktiviteter, udvikling af teknologiske projekter, udgivelser/trykning af dokumenter og udvikling og produktion af websider.

Projekterne er ofte ikke en del af elevernes eksamen, men indgår typisk i den samlede bedømmelse, enten gennem årskarakter eller projektkarakter. Der er typisk uanset *Ciência Viva*-projekterne normal eksamen hvori projektets indhold ikke indgår, da eksamen er centralt stillet. Den afsluttende eksamen efter 12. skoleår er altid en blyant/papir prøve af teoretisk karakter. Fremover vil man forsøge at gøre muligt at kunne integrere projekternes indhold med den almindelige læseplan og derved med de afsluttende eksamener. Hvis ikke dette lykkes, må man forvente at lærernes interesse for at engagere sig i projekter vil falde pga. risikoen for at forringe elevernes resultater ved den centralt stillede eksamen.

Penge går ofte til eksperimentelt udstyr (fx sensorer og computere), hvor de portugisiske skoler generelt har været dårligt stillede. Pengene udbetales i rater, typisk tre: ved start, midtvejs og efter afslutning. Nogle skoler bruger også det nye udstyr til læreruddannelsesaktiviteter, og projekterne har på den måde også indflydelse på læreruddannelse, selvom dette ikke indgår direkte i formålet. Nogle projekter involverer også forældre og lokalsamfundet for at skabe opmærksomhed om fx miljøproblemer og vandkvalitet.

Lærerne skiftes til at være koordinatore, således at den enkelte skole hele tiden formår at have projekter i gang. Lærerne får intet ekstra for den store ekstra indsats de yder, og det er derfor vigtigt at holde lærernes engagement højt hele tiden.

Hvert år afholdes et såkaldt "Forum" hvor ca. 300 skoleprojekter fremlægges på en stor messe i Lissabon fra fredag til lørdag.

Der er stor rift om at deltage, og både lærere og de udvalgte elever der deltager, er meget begejstrede for arrangementet. Der er samlet børn og unge fra 0. til 13. klassetrin, og alle har et Ciência Viva-projekt som de fremlægger på en messestand. Der deltager også forskningsinstitutioner som viser forskellige forsøg og forløb som lærere kan bruge i deres undervisning.

Forum-arrangementet fremhæves som utrolig positivt og givende af alle lærere vi har talt med. Det opleves meget udbytterigt at bringe børn og unge sammen fra børnehave-klasse til universitetsniveau om det naturfaglige. Flere lærere mener at det er så spændende at det burde åbnes for offentligheden. Forum har efter sigende en fantastisk begejstret stemning, og både medier og politikere har vist stor interesse for arrangementet. Forum medvirker især til erfaringsopsamling og formidling af projekterne ved at lærerne i høj grad bruger arrangementet til videre inspiration til deres egen undervisning. Samtidig skabes nye netværk og samarbejder mellem lærerne.

Mange projekter har medført en kaskadeeffekt: Et område har til at starte med få projekter fordelt på få skoler, typisk med de mest engagerede lærere, men formentlig pga. den status det giver at være med i Ciência Viva, spredt det sig til naboskoler, og efterhånden har mere end 2/3 af lærerne i naturfag i grundskolen deltaget i Ciência Viva. Også samarbejdet internt på skolen mellem fagene udvikler sig i kraft af Ciência Viva. Det skyldes projektorganiseringen af aktiviteterne som netop fordrer og giver mulighed for samarbejde mellem fag og lærere.

Projektstyring baseret på partnerskab og fælles finansiering har givet anledning til en ny organisering og nyt samspil mellem folkeskole- og gymnasielærere og forskere inden for natur- og teknologifag. Et program til "Parring af skoler og videnskabelige institutioner", hvis formål er at fremme fælles aktiviteter og sørge for teknisk og videnskabelig støtte til skolerne, styrker yderligere denne proces. Der er for øjeblikket 38 skoler parret med 20 videnskabelige institutioner.

Parallelt med dette har initiativet "Naturvidenskab i sommerferien for unge" siden 1997 givet elever mulighed for at opnå arbejds erfaring i forskningslaboratorier eller i feltarbejde i løbet af en eller to uger i sommerferien. Dette initiativ er nu vidt udbredt da det involverer 55 videnskabelige institutioner over hele landet, og 3.600 gymnasieelever har fået mulighed for at deltage siden 1997. Aktiviteternes omfang har stabiliseret sig omkring 200 forskere og 6-700 elever om året. Rekrutteringen af elever sker gennem skolerne der udvælger eleverne til en liste som forskningsinstitutionerne så vælger ud fra. Det er typisk de dygtige elever der bliver valgt, men flere forskningsinstitutioner foretrækker faktisk at få de knap så dygtige og dem der *ikke* er motiverede. Eleverne får dækket udgifter til transport og mad, men normalt ikke til logi. Elevernes arbejde udmunder som regel i præsentationer som bl.a. vises ved den årlige naturvidenskabs- og teknologiuge.

I 2001 og 2002 blev der forsøgsvis sat et lignende projekt i gang henvendt til gymnasielærere hvilket involverede 60 gymnasielærere og 20 forskningslaboratorier. Det er dog noget sværere at lokke lærere til at bruge ferie på dette, og derfor vil man formentlig flytte arrangementerne til en periode uden for sommerferien.

4.3 Befolkningens bevidsthed om naturvidenskab og teknologi

Der arrangeres kampagner for at øge befolkningens bevidsthed om naturvidenskab og teknologi, og disse kampagner forsøger at mindske afstanden mellem den brede befolkning og de videnskabelige samfund på en direkte og levende måde. Disse aktiviteter der er gratis og åbne for alle, har fokus på praktiske aktiviteter og giver mulighed for aktivt at deltage i observationer og arbejde sammen med specialister fra de relevante områder. Der bliver reklameret massivt (i aviser, radio og tv) for kampagnerne. Der er desuden en gratis telefonlinie man kan ringe til med spørgsmål vedr. kampagnerne.

Hver sommer arrangeres der feltøvelser - "Science in the sum-

mer” - der giver mulighed for at foretage astronomiske observationer og geologiske og biologiske vandreture. “Astronomi om sommeren” involverer nu de vigtigste astronomiske observatorier og alle amatørastronomi-foreningerne, hvilket har udmøntet sig i over 1.600 arrangementer siden 1997. Alle afdelinger for geoscience har været involveret i “Geologi om sommeren”, og der har været mere end 900 arrangementer over hele landet. “Biologi om sommeren” startede i 2001 hvor 11 inviterede forskningsinstitutioner bidrog med 95 arrangementer i nærheden af de store portugisiske byer. I 2002 udvidede man med “Science in the summer with Lighthouses”, hvor man sammen med flåden (som er ansvarlig for samtlige fyrtårne) afholdt arrangementer ved solnedgang om optik, navigation og teknik. Det blev en stor succes med udsolgte arrangementer og ministerbesøg.

En National Videnskabskulturdag fejres den 24. november, og en naturvidenskabs- og teknologiuge er også blevet arrangeret af Ciência Viva siden 1998. I denne uge bliver der afholdt åbne arrangementer i videnskabelige institutioners udstillinger, der vises film om naturvidenskab, og der bliver afholdt konferencer og diskussioner med fremtrædende folk fra det nationale og internationale videnskabelige samfund for at fremme debatten om aktuelle videnskabelige emner.

Flere internationale filmfestivaler for videnskabsfilm har fået økonomisk støtte, og en af disse festivaler uddeler en pris for den bedste portugisiske videnskabsfilm. Alle de udenlandske film der udvælges til deltagelse i disse festivaler, bliver forsynet med portugisiske undertekster og vil efter festivalen være tilgængelige i Portugal.

Internettet bliver i stor udstrækning brugt af Ciência Viva som et værktøj til at formidle en direkte kontakt mellem videnskabsfolk og skoler i nationale og internationale projekter for derved at sørge for et personligt samarbejde med forskere der arbejder inden for relevante områder. Naturfaglige undervisningsprojekter der benytter Internettet, er blevet udviklet

inden for områder som det menneskelige genom og fremtidens medicin. Disse projekter involverer skoler og forskningsinstitutioner i Portugal og i visse tilfælde i udlandet. Ciência Viva-webstedet fungerer som sted for koordination, kommunikation og publikation af indholdet i projekterne, samtidigt med at den skal fremme dialogen mellem videnskabsfolk og den brede befolkning (fx "Science Consultations Cabinets on the Net", på www.consultorioct.mct.pt/).

Ciência Viva har finansieret de to eneste nationale tv-programmer om naturvidenskab og teknologi med de unge som målgruppe vist på en offentlig tv-station, og har været med til at give økonomisk støtte til adskillige radioprogrammer. "2010" er det eneste tv-program om naturvidenskab og teknologi, og det sendes to gange om ugen. "Turma das Ciências" (Science-teamet) er en tv-konkurrence for gymnasieelever.

4.4 Interaktive sciencecentre

Ciência Viva-centrene er designede som interaktive sciencecentre for den brede befolkning og giver regionerne mulighed for at engagere sig videnskabeligt, kulturelt og økonomisk.

Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva i Parque das Nações i Lissabon har været åbent for offentligheden siden 25. juli 1999 og spiller en central rolle som nationalt ressourcecenter for alle Ciência Viva-centre. Dette sciencecenter har mange formål da der både er interaktive naturvidenskabs- og teknologiudstillinger, et bibliotek, en cybercafé, en boghandel og et auditorium hvor der jævnligt afholdes offentlige konferencer.

Algarves Ciência Viva-Center i Faro, som har været åbent for offentligheden siden 1997, var det første i et nationalt netværk af sciencecentre. I dag inkluderer dette netværk Oporto Astrophysics Center Planetarium, Infante D. Henrique Exploratorium i Coimbra, Ciência Viva Centre of Vila do Conde og også Visionarium - Europarque Science Centre som er et associeret medlem af Ciência Viva center-netværket. Andre projekter til start af nye Ciência Viva-centre er allerede sat i gang rundt om

i landet. Disse interaktive science-centre fremmer den regionale udvikling på det videnskabelige, uddannelsesmæssige, arbejdsmæssige og kulturelle niveau.

4.5 Vurdering af Ciência Viva

Der kan ikke herske tvivl om at Ciência Viva har spillet en afgørende rolle i udviklingen af naturfagsundervisning i de seneste otte år i Portugal. Ciência Viva-projekterne har ændret elevernes opfattelse af naturvidenskab, de har ændret lærernes indstilling til undervisning og udvikling af undervisning, og naturvidenskab og teknologi er sat på den offentlige dagsorden.

Det er svært at pege på reelle negative effekter - det skulle da lige være at de seneste politiske udmeldinger i Portugal går på kraftige besparelser af projektet, og dette har givetvis fået mange lærere til at frygte at udviklingsarbejdet går helt i stå. Man må være klar over at et projekt på størrelse med Ciência Viva ikke bare kan lukkes fra det ene øjeblik til det andet. Ønsker man af politiske grunde at omprioritere indsatsen, må det ske ud fra velgennemtænkte planer og med en høj grad af formidling til de involverede, således at lærerne fortsætter med at udvikle undervisningen i så høj grad som muligt og ikke giver op i afmagt.

Det er muligt at man i Portugal vil opnå en slags steady state situation hvor Ciência Viva har bidraget så meget at udviklingen fortsætter af sig selv. Nogle lærere mener dog at der endnu ikke er en 'kritisk masse' til at udviklingen kan fortsætte uden Ciência Viva, og at initiativerne på skolerne vil dø ud hvis ikke projektet fortsætter.

Ciência Viva-projekterne tager tid fra læseplanen, men ifølge flere lærere vurderes det at elever og studerende bliver mere motiverede for undervisningen, og derfor lærer de bedre resten af stoffet selvom der egentlig er mindre tid til det. Ciência Viva-projekterne har mange steder skubbet til hvad lærerne ønsker af en læseplan. Der er i øjeblikket opstået en situation hvor læseplanen ikke er fulgt med udviklingen som Ciência

Viva-projekterne har medført. Man har i Portugal ikke kunnet koordinere læseplansudvikling med Ciência Viva-projekterne fordi Ciência Viva ligger under Videnskabsministeriet og læseplanerne besluttet centralt af Undervisningsministeriet. Dette er klart en svaghed som skal undgås hvis et lignende initiativ skulle ske i Danmark.

Meget af støtten til Ciência Viva-projekterne er gået til indkøb af eksperimentelt udstyr. Det skyldes formentlig den specielle situation som Portugal har været i, hvor der ikke har været en udviklet kultur for at elever laver empirisk eller praktisk arbejde i naturfagene. Samtidig har indkøb tidligere været centralt bestemt således at en skoles lærere ingen indflydelse havde på indkøbet. Eftersom det er lærerne i Ciência Viva-projekterne der bestemmer hvilket udstyr de får, må det antages at det meste udstyr vil blive brugt mange år fremover i undervisningen. Dette er også hvad lærerne giver udtryk for. Hvis støtte i Danmark, hvor mulighederne for empirisk og praktisk arbejde i skolen trods alt har bedre vilkår, skal gå til indkøb af eksperimentelt udstyr, må det styres således at støtten ikke blot går til udskiftning af eksisterende udstyr, men også til nye områder, fx tværfaglige forsøg og andet som bidrager til fagenes samarbejde og udvikling.

Det blev grundigt understreget af flere at det er meget vigtigt at succesraten for ansøgninger til Ciência Viva er forholdsvis høj (i dag er den ca. 1/3, men i starten var den oppe på omkring 60-80%). Dette er afgørende for at få så mange lærere med så tidligt som muligt, og en stor deltagelsesprocent er nødvendig for at skabe det engagement og den begejstring som er helt nødvendig for at opnå et samlet løft. Hvis succesraten er for lav, fx omkring 10%, vil det kun være de i forvejen bedste og mest engagerede lærere der lykkes med at få projekter igennem. Det vil forhindre den begejstring og det markante engagement som er meget markant når man taler med de deltagende lærere i Portugal.

Til at skabe og fastholde begejstringen hos elever, lærere og

deltagende forskere er det årlige Forum-arrangement tilsyneladende også helt afgørende. Her mødes deltagere fra hele landet og oplever en fælles naturfaglig uddannelseskultur omkring det ultimative mål: at skabe god undervisning i naturfagene. Eller som den internationale evalueringskomité udtrykker det:

“We would like to add a few words of general praise for the energy and work put in by the enthusiastic body of Portuguese teachers who have made educational change come to pass without either government pressure or bribes of increased salary. This shows, better than any details of problems and recommended changes, their fundamental commitment to the goal of improving the country’s science education.”

Trods ligheder med initiativer i andre lande adskiller Ciência Viva sig på flere måder: det er økonomisk større end de fleste, det har en tydeligere national og international profil, det får opbakning fra højeste politiske instans, og det har formentlig også højere prestige end de fleste lignende initiativer i andre lande. Det lader til at have spillet en afgørende rolle at top-politikere har givet deres fulde støtte og talt varmt for hvordan naturvidenskab og teknologi har stor indflydelse på den almindelige borgers liv. Det har i høj grad medvirket til at skabe bred opbakning og synlighed på skoler, forskningsinstitutioner, i erhvervslivet og ikke mindst i befolkningen.

En af de største styrker ved Ciência Viva er at det giver lærere eller grupper af lærere som har gode ideer til undervisningsudvikling, mulighed for at omsætte disse ideer til virkelighed - uden en overvældende mængde papirarbejde eller administration. Lærernes personlige interesse for projekterne som på denne måde er sikret fordi den enkelte lærer gerne investerer mængder af tid og kræfter i deres egne ideer, lader til at være afgørende for den store grad af succes i projekterne.

5 Referencer

Allen, Aine, Paul Black & Hans Wallin (2002): *An Evaluation Report on the LUMA Programme Prepared for the Ministry of Education.*

Backlund, L. (2002): "New Ways to Overcome Barriers in Recruitment and Enrolment: Some examples from Sweden." *Foredrag holdt ved EU-konferencen "Changes and Challenges" 9. november 2002 i København.*

LUMA-arbejdsgruppen (1999): *Intermediate report, The Ministry of Education's LUMA programme.*

LUMA-arbejdsgruppen (2002): *The mathematical and scientific know-how of the Finns in 2002, Final Report of Joint National Action.*

Walldén, Marja (2003): "This is LUMA". Artikel på www.oph.fi/SubPage.asp?path=1;443;3218;6717;7806

Bilag 1: Arbejdsgruppens kommissorium og sammensætning

Arbejdsgruppen for projektet *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser* blev nedsat i juni 2002 og har gennemført sit arbejde med udgangspunkt i følgende kommissorium udfærdiget af arbejdsgruppen og godkendt af Undervisningsministeriet.

“Regeringen ønsker som beskrevet i handlingsplanen *Bedre Uddannelser en samlet og målrettet indsats for at styrke naturvidenskab i hele uddannelsessystemet* (side 60). Med henblik på dette nedsættes en arbejdsgruppe. Arbejdsgruppen har til opgave at udarbejde en strategiplan for det naturfaglige område i det danske uddannelsessystem. Planen skal indeholde handlingsorienterede forslag til tiltag der kan udmøntes over såvel korte som lange tidshorisonter, og som dækker alle niveauer på uddannelsesområdet.

Som led i arbejdet med udarbejdelsen af strategiplanen belyses følgende spørgsmål:

- Hvad er samfundets krav til naturfagene og de naturvidenskabelige fag og uddannelser?
- Hvordan har kravene ændret sig med tiden?
- Hvilke faktorer påvirker befolkningens holdninger til natur, naturvidenskab og teknologi?
- Hvilke faktorer specielt påvirker drenge/mænds og piger/kvindes valg blandt naturfagene?
- Hvilke kompetencer skal opnås på forskellige trin og i forskellige grene af uddannelsessystemet på det naturfaglige område?
- Hvordan sikres progression gennem uddannelsessystemet?
- Hvordan sikres sammenhæng i undervisningen på det naturfaglige område?
- Hvordan sikres naturfagenes sammenhæng med andre undervisningsfag?

- Hvordan kan eksterne aktører inddrages i uddannelserne på det naturfaglige område?
- Hvordan evalueres læring og undervisning på det naturfaglige område hensigtsmæssigt?
- Hvordan sikres et rationelt forhold mellem undervisningsformer, undervisningsmidler og evaluering?
- Hvordan sikres kvaliteten af uddannelserne, herunder de nødvendige lærerkompetencer?
- Hvordan sikres udmøntningen af tiltag på decentralt niveau?

Gruppen kan herudover inddrage andre aspekter som den måtte finde relevante.”

Arbejdsgruppen har haft følgende medlemmer:

Nils O. Andersen (formand), professor i atomfysik ved Københavns Universitet

Birgitte Appel, lærer ved Roskilde Tekniske Skole

Maj-Britt Berndtsson, lærer ved Sogneskolen i Jægerspris

Lene Lange, forskningschef på Novozymes

Keld Nielsen, direktør for Elmuseet i Bjerringbro

Kirsten Nielsen, lektor i naturfagsdidaktik ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Ole G. Mouritsen, professor i biofysik ved Syddansk Universitet

Peter Norrild, rektor ved Aalborg Seminarium

Lene Oddershede, lektor i biofysik ved Københavns Universitet

Jon Wulff Petersen, vicedirektør ved Forskningscenter Risø

Katherine Richardson, professor i biologi ved Aarhus Universitet

Svein Sjøberg, professor i naturfagsdidaktik ved Oslo Universitet.

Claus Christensen, undervisningsinspektør i Uddannelsesstyrelsen, har været attachedet arbejdsgruppen.

Analyser og rapporter er udarbejdet af strategiplansarbejdets

forfattergruppe, der også har været ansvarlig for sekretariatsfunktionen. Forfattergruppen har haft følgende medlemmer:

Henrik Busch, lektor i naturfagsdidaktik ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Rie Troelsen, forskningsassistent ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Sebastian Horst, konsulent ved Center for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.

Bilag 2: Oversigt over bidragsydere til antologien

Annemarie Møller Andersen, lektor, ph.d., Naturfagsdidaktisk forskningsenhed, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet, Emdrupvej 101, 2400 København NV., annemari@dpu.dk

Annemarie Møller Andersen har gennemført en række forsknings- og udviklingsprojekter vedrørende naturfagsundervisning i folkeskolen og uddannelse af lærere, specielt natur/teknik og biologi, og deltager som repræsentant for naturfagsområdet i OECD/PISA i Danmark.

Hanne Andersen, lektor, ph.d., Afd. for Medicinsk Videnskabsteori, Panum Institut, Blegdamsvej 3, 2200 København N, h.andersen@medphil.ku.dk

Hanne Andersens forskningsområde er videnskabsteori og videnskabshistorie, specielt videnskabelig begrebsdannelse og udviklingen af videnskabelige teorier. Endvidere har hun beskæftiget sig med forholdet mellem videnskabsteori, videnskabshistorie og undervisning i de naturvidenskabelige fag.

Henrik Busch, lektor, ph.d. scient., Naturfagsdidaktisk forskningsenhed, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet, Emdrupvej 101, 2400 København NV., busch@dpu.dk

Henrik Busch har gennemført en række forsknings- og udviklingsprojekter der knytter sig til folkeskolens naturfagsundervisning, med særlig fokus på anvendelse af medier og IT og på uformelle læringsmiljøer. Desuden forskning og dialog om praksisudvikling på tertiære naturvidenskabelige uddannelser.

Frederik Voetmann Christiansen, cand. scient. i fysik og filosofi, ph.d.-studerende ved Center for Didaktik og Metodeudvikling, Danmarks Tekniske Videncenter, DTU, 2800 Kgs. Lyngby, fc@cdm.dtu.dk

Frederik Voetmann Christiansen har beskæftiget sig med

ingeniørfags- og naturfagsdidaktik, blandt andet med projektarbejde i naturvidenskabelige grundfag. Hans primære forskningsinteresse er ingeniørfagernes didaktik og videnskabsteori, herunder specielt uddannelsens bidrag til etablering af professionel kompetence.

Jens Dolin, lektor, ph. d., Dansk Institut for Gymnasiepædagogik, Syddansk Universitet, Campusvej 55, 5230 Odense M., jens.dolin@dig.sdu.dk

Jens Dolin forsker i såvel naturfagsdidaktiske som almenpædagogiske og skoleudviklingsmæssige problemstillinger især i det almene gymnasium. Specielt kan nævnes læringsproblemer i fysik (med fokus på begreber som autenticitet, dialog og repræsentationsformer), læseplansudvikling i naturfag (specielt kompetencer og dannelse) og læreruddannelse.

Søren Dragsted, pædagogisk konsulent, CVU København & Nordsjælland, Hermodsgade 28, 2200 København N., og lærer på Rosenlundskolen i Ballerup Kommune, dragsted@dpu.dk

Søren Dragsted har i 20 år arbejdet med udvikling af didaktikken i folkeskolens naturfag. Aktuelt arbejdes med forskning knyttet til natur/teknik som indebærer survey-undersøgelser af lærerforudsætninger og et IT-projekt i faget. Endvidere arbejdes med efteruddannelse af lærere på kurser og udvikling af lærersamarbejde, undervisningsmiljøer og en naturfaglig kultur på skolerne.

Trine Facius, stud. scient. i fysik og matematik, Niels Bohr Institutet, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø., facius@fys.ku.dk

Trine Facius er bachelor i fysik og matematik fra Københavns Universitet og er i gang med sin kandidatuddannelse inden for partikelfysik. Trine er interesseret i formidling og undervisning inden for de videregående naturvidenskabelige uddannelser og er i den forbindelse involveret i studenterpolitik på sit studie, hvor hun bl.a. er medlem af undervisningsudvalget under bestyrelsen for Niels Bohr Institutet.

Sebastian Horst, konsulent, cand. scient., Center for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet, Universitetsparken 5, 2100 København Ø., sh@naturdidak.ku.dk

Sebastian Horst har arbejdet med komparativ fagdidaktik inden for naturfagene på det tertiære uddannelsesområde, skrevet lærematerialer til folkeskolens fysik/kemiundervisning, været redaktør på DR Undervisning og arbejder nu som konsulent med udvikling af naturfaglig universitetsundervisning.

Marit Kjærnsli, forsker, Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo, Postboks 1099, Blindern, N - 0316 Oslo, marit.kjarnsli@ils.uio.no

Marit Kjærnsli har kompetencen knyttet til naturfagsdidaktik og har gennemført flere empiriske undersøgelser om naturfagernes situation i skolen og om elevernes kundskaber og holdninger. Hun har været med i den norske projektgruppe for TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) og PISA (International Programme for Student Assessment) og er projektleder for PISA 2003.

Lars Brian Krogh, gymnasielærer og undervisningsforsker ved Center for Naturfagernes Didaktik, Aarhus Universitet, 8000 Aarhus C., lkrogh@phys.au.dk

Lars Krogh har især beskæftiget sig med konstruktivistiske læringsteorier og deres mulige udmøntning i praktisk fysikundervisning. Derudover har han foretaget større undersøgelser ("GF2" og "GF3") af unges forhold til gymnasiefysik, herunder kortlagt en række muligheder for at påvirke elevernes oplevelse af faget. Aktuelt arbejder han med at beskrive unges møde med naturfag i et kulturelt perspektiv.

Ellen Nørgaard, docent, dr. pæd., Institut for Pædagogisk Antropologi, Danmarks Pædagogiske Universitet, Emdrupvej 101, 2400 København NV., en@dpu.dk

Ellen Nørgaard har i en årrække arbejdet med uddannelseshistorie og også undervist i dette på kandidatuddannelserne først på Danmarks Lærerhøjskole og nu på DPU. Særlige interesseområder er reformpædagogik, skolearkitektur og fagkredsens udvikling.

Rie Troelsen, forskningsassistent, ph.d., Naturfagsdidaktisk forskningsenhed, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet, Emdrupvej 101, 2400 København NV., troelsen@oncable.dk

Rie Troelsen har hovedsageligt beskæftiget sig med naturvidenskabsdidaktik inden for det tertiære uddannelsesområde og specielt med den eksperimentelle lærings- og undervisningssituation, men er også interesseret i den pædagogiske efteruddannelse som adjunkter på naturvidenskabelige fakulteter på højere læreanstalter bliver tilbudt.

Lars Ulriksen, lektor, ph.d., Institut for Uddannelsesforskning, Roskilde Universitetscenter, Postbox 260, 4000 Roskilde, ulriksen@ruc.dk

Lars Ulriksen forsker i universitetspædagogik med særlig fokus på betydningen af de studerendes baggrund og forventninger til universitetsstudier, af fagenes tradition, struktur og undervisningsformer og af lærernes forståelser af studiet og faget. Desuden forskning i projektpædagogikkens teori og praksis. Tilknyttet Center for Ungdomsforskning ved Roskilde Universitetscenter.

Litteratur brugt i projektet *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*

Aikenhead, G. (2002). The Educo-Politics of Curriculum Development: A response to Peter Fensham's 'Time to Change Drivers for Scientific Literacy'. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* (Januar 2002).

Akademiet for de Tekniske Videnskaber. (2000). *Ingeniørernes nye virkelighed - roller og uddannelse*. Kgs. Lyngby: Akademiet for de Tekniske Videnskaber.

Akademiet for de Tekniske Videnskaber. (2003). *Det nye gymnasium: Løft med naturvidenskaben - og skab en moderne videnarbejdsplads*. København: Akademiet for de Tekniske Videnskaber.

Altschuld, J. W., & Kumar, D. D. (2000). Thoughts about the evaluation of STS - more questions than answers. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), *Science, Technology, and Society - A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

American Association for the Advancement of Science. (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on goals in science, mathematics and technology*. Washington DC: AAAS.

American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Washington DC: AAAS.

Andersen, A., Dragsted, S., Nilsson, D., & Sørensen, H. (1997). *Natur/teknik på vej - hvorhen?* København: Danmarks Lærerhøjskole.

Andersen, A. M., Egelund, N., Jensen, T. P., Krone, M., Lindenskov, L., & Mejding, J. (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, Danmarks Pædagogiske Universitet og Socialforskningsinstituttet.

Andersen, H. (2001). *On Kuhn*: Thomson Learning.

Andersen, N., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.

Angell, C., & Paulsen, A. C. (2003). *Elevernes stemmer - fysikfaget, undervisningen og lærerroller, som eleverne opfatter det i det almene gymnasium i Danmark* (Vol. 413). Roskilde: IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.

Arbejdsgruppen for fremmedsprogene. (2003). *Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden*. København: Undervisningsministeriet.

Arbejdsgruppen for Fremtidens danskfag. (2003). *Fremtidens danskfag - en diskussion af danskfaglighed og et bud på dens fremtid* (Vol. 1). København: Undervisningsministeriet.

Arbejdsgruppen for fysik og kemi. (2002). *Fysik og kemi - Naturvidenskab-for-alle*. København: Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K., & Schnack, K. (1999). *Handlekompetence, interessekonflikter og miljøundervisning - MUVIN-projektet*. Odense Universitetsforlag.

Broch, T., & Egelund, N. (2001). *Elevers interesse for naturfag og teknik - et elevperspektiv på undervisningen*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Broch, T., & Egelund, N. (2002a). *Et forældreperspektiv på naturfagsundervisning - delrapport i projektet "Elevers interesse for naturfag og teknik"*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Broch, T., & Egelund, N. (2002b). *Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi undervisningen - en kvalitativ undersøgelse*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Broch, T., & Egelund, N. (2002c). *Naturfag og Teknik - hvad ved vi i dag om elevinteresser, om forudsætninger for undervisning og om resultater*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Busch, H. (1999). *Teknik- og naturvidenskabscentrenes rolle i naturfaglig undervisning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Busch, H. (2002). Undervisning, naturvidenskab og begrebet "faglighed". *Uddannelse* (3).

Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (Eds.). (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2001a). *Bilag til Fysik i skolen - skolen i fysik*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2001b). *Fysik i skolen - skolen i fysik, september 2001*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2001c). *Teknik og naturvidenskab. Kortlægning af initiativer der skal fremme interessen for teknik og naturvidenskab*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2002a). *Folkeskolens afgangsprøver - Prøvernes betydning og sammenhæng med undervisningen*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2002b). *Undersøgelsen af sammenhænge mellem elevers resultat ved folkeskolens afgangsprøver og deres senere uddannelsesforløb*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Dansk Industri. (2001). *Gymnasiet i forandring - Fremtidens kompetente almene gymnasium*.

Dansk Industri. (2002a). Analyse af kompetencebehov under forandring i den globale videnbaserede industri med særlig fokus på medarbejdere med en videregående naturvidenskabelig og teknisk videnskabelig uddannelse.

Dansk Industri. (2002b). *Nye veje til fremtidens folkeskole - mellem national arv og global fremtid*: Dansk Industri.

Dansk Industri (Oxford Research). (2002). *Kompetencebehov i den globale videnbaserede økonomi - Videnbaserede danske virksomheders krav og ønsker til medarbejdere med en videregående natur- og teknisk videnskabelig uddannelse*. København: Dansk Industri.

Dansk Industri (Vilstrup Research). (2001). *Kompetencer i den globale økonomi - en Vilstrup analyse af virksomheder og studerendes krav og kompetencebehov på det erhvervsøkonomiske område*. København: Dansk Industri.

Dansk Institut for Gymnasiepædagogik. Master Gymnasiepædagogik, *Ledelse - IT-pædagogik - Fagpædagogik - Almenpædagogik*. Odense: Syddansk Universitet.

Dutta, S., Lanvin, B., & Paua, F. (Eds.). (2003). *Global Information Technology Report 2002-2003*. Oxford: World Economic Forum & Oxford University Press.

Elf, N. F., & Østerlund, S. M. (2003). *Oversigt over dansksystemet - kortlægning af danskfaget i alle uddannelsesniveauer* (Vol. 2). København: Undervisningsministeriet.

Egelund, N. (2002a). *Fysik/kemilæreres syn på deres undervisnings-situation i danske skoler - en kvantitativ undersøgelse*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Egelund, N. (2002b). *Hvad er forskellen på 15-16 årige elever med gode og mindre gode kundskaber i naturfag og teknik? - en analyse af elevernes baggrundsforhold i skole og hjem*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Egelund, N., & Hulvei, P. (2002). *Folkeskoleelevers holdninger til naturfag og teknik - en kvantitativ undersøgelse omfattende 1050 elever*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

EU. (2001). *Eurobarometer 55.2 Europeans, Science And Technology*. Bruxelles: Eurobarometer Public Opinion Analysis.

Europa-kommisionen. (2002). *Videnskab og samfund - Handlingsplan*. Bruxelles: Europa-kommisionen.

Evalueringscenteret. (1998). *De videregående matematik-, fysik- og kemiuddannelser*. København: Evalueringsinstituttet.

Fensham, P. J. (1991). Science and technology. In P. Jackson (Ed.), *Handbook of Research on Curriculum* (pp. 789-828). Chicago.

Fensham, P. J. (2002). Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2 (Januar 2002), 9-24.

Fensham, P. J., & Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21 (7), 755-763.

Forskningsstyrelsen. (2000). *Data om dansk forkeruddannelse 2000. Ph.D-statistik*.

Gleerup, J., & Wiedemann, F. (2001). De ungdomsgymnasiale læringskulturer - udfordringer under krydspres. *Gymnasiepædagogik*, 2001 (18).

Gomard, K., & Reisby, K. (2001). *Kønsblik - på forskeruddannelser* (Vol. 3). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Gottlieb, B., & Jensen, C. (2002). Gør en god uddannelse bedre. *Uddannelse*, 2002 (10), 19-25.

Gymnasieskolernes Rektorforening. (2002). *Gymnasiereform 2005 - en midtvejsrapport*. Gymnasieskolernes Rektorforening.

Gymnasieskolernes Rektorforening. (2003). *Gymnasiereform 2005 - reformoplæg*. Gymnasieskolernes Rektorforening.

Hansen, T. B., & Eriksen, K. K. (2002). *Dannelsens vilkår - på de tertiære kemiorienterede uddannelser på Danmarks Farmaceutiske Højskole og Københavns Universitet*. Aalborg: Dansk Center for Naturvidenskabsdidaktik.

Hansen, T. B., Nielsen, K. H., Troelsen, R. P., & Winther, E. (2000). *Naturvidenskab - dannelse og kompetence*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Hasse, C. (2002). *Kultur i bevægelse - fra deltagerobservation til kulturanalyse - i det fysiske rum*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

Jenkins, E. W. (1995). Central policy and teacher response? Scientific investigation in the National Curriculum of England and Wales. *International Journal of Science Education*, 17 (4), 471-480.

Jenkins, E. W. (1997a). *Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from the research and other evidence?* Oslo: Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.

Jouni Välijärvi, P. L., Pekka Kupari, Pasi Reinikainen, Inga Arffman. (2000). *The Finnish success in PISA - and some reasons behind it.* Jyväskylä: Institute for Educational Research.

Knudsen, S. V., Reisby, K., & Sørensen, H. (2001). *Kønsblik - på bacheloruddannelserne* (Vol. 2). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Kolstø, S. D. (2001). *Science education for citizenship: Thoughtful decision making about science related social issues.* Oslo: Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo.

Kompetencerådet. (1999). *Kompetencerådets rapport 1999.* København: Kompetencerådet - Strategisk Forum Mandag Morgen.

Krogh, L. B., Arnborg, P., & Thomsen, P. V. (2001). *GFIII-rapport, del A: Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte?* : Center for Naturfagenes Didaktik, AU.

Krogh, L. B., & Thomsen, P. V. (2000). *GFII-rapport nr. 1; Undervisningsstil og læringsudbytte - en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g.:* Center for Naturfagenes Didaktik, AU.

Kruse, S. (2002). *Naturoplevelsernes didaktik - iagttagelser af de iscenesatte naturoplevelser med naturvejledning som eksempel.* Ph.d. afhandling, København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Kumar, D. D., & Chubin, D. E. (Eds.). (2000). *Science, Technology, and Society - A sourcebook on research and practice.* New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Laursen, P. F. (1994). Dannelsens genopstandelse. In K. Schnack (Ed.), *Fagdidaktik og Dannelse - i et demokratisk perspektiv* (Vol. 10): Danmarks Lærerhøjskole.

Law, N., Fensham, P. J., Li, S., & Bing, W. (2000). Public understanding of science as basic literacy. *Melbourne Studies in Education*, 41 (2), 145-156.

Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., & Davey, A. (1993). *Inarticulate Science? Perspectives in the public understanding of science and some implications for science education*. Driffield, UK: Studies in Science Education.

Lie, S., Kjærnsli, M., Roe, A., & Turmo, A. (2001). *Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv*. Oslo: Institutt for Lærer-utdanning og Skoleutvikling, Universitetet i Oslo.

Mandag Morgen Strategisk Forum. (1998). *Hvad kommer livet os ved?* København: Mandag Morgen Strategisk Forum.

Maule, C. F. (2002). *Studie gennemførelse: Faglige forskelle og tidlige tendenser. Det naturvidenskabelige Fakultet, 1985-2001*. København: Center for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet.

Millar, R. (2001). Designing a science curriculum that meets the needs of future citizens. *Uddannelse* (5).

Millar, R., & Osborne, J. (Eds.). (1998). *Beyond 2000*: Nuffield Foundation.

Nielsen, H., & Nielsen, K. (2002, d. 15.-19. juni). *Perspektivet må udvides: Hvis de skal være almendannende, må de hårde naturfag inddrage videnskabs- og teknologihistorie!* Paper presented at Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen, Kristianssand.

Nielsen, K. (2001). Naturfag, fagforståelse og demokrati i risikosamfundet. *Uddannelse* (2).

Nielsen, V. O. (Ed.). (1995). *Skolefag i 100 år*. København: Danmarks Pædagogiske Bibliotek.

Niss, M., & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriet.

Nordiska Ministerrådet. (1998). *Rekruttering til matematikk, naturvitenskap og teknologi innenfor høyere utdanning i de nordiske land - en forstudie fra NIFU*. Oslo: Nordisk Ministerråd.

Nordiska Ministerrådet. (2001a). *International Research Mobility into the Nordic Countries*. Oslo: Nordisk Ministerråd - Research.

Nordiska Ministerrådet. (2001b). *Rekruttering til studier i matematikk, naturvitenskap og teknologi i de nordiske landene*. Oslo: Nordisk Ministerråd - Forskning og Høyere Uddannelse.

Norrild, P. (2001). Problemer med progressionen i naturfagsundervisningen. *Uddannelse* (2), 35-40.

OECD. (2001). *Knowledge and skills for Life - First results from PISA 2000*. Paris: OECD.

Olsen, N., & Leffland, L. (2003). *Fokusgrupperapporten: En kvalitativ undersøgelse af gymnasieelevers holdninger til, erfaringer med og viden om det almene gymnasium*: Akademiet for de Tekniske Videnskaber.

Osborne, J., & Simons, S. (1996). Primary science: Past and future directions. *Studies in Science Education*, 27, 99-147.

Pedersen, C. T. (Ed.). (2002). *Det forkælede samfund*. Viborg: Akademisk Forlag.

Reisby, K. (2001). *Kønsblik - resumé* (Vol. 4). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Reisby, K., Knudsen, S. V., & Sørensen, H. (1999). *Kønsblik - på forskerrekruttering i universitetsuddannelser* (Vol. 1). København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Richter, L. M., & Engelhardt, R. (Eds.). (2002). *Life of Science - White Book on Educational Initiatives in Natural Science and Technology*. Copenhagen: Learning Lab Denmark.

Roth, W.-M. (2002). Taking Science Education beyond Schooling. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* (Januar 2002).

Schnack, K. (1993). Handlekompetence og politisk dannelse. I B. B. Jensen & K. Schnack (Eds.), *Handlekompetence som didaktisk begreb*. København: Danmarks Lærerbhøjskole.

Schnack, K. (1994). Dannelse som et pædagogisk perspektiv. I K. Schnack (Ed.), *Fagdidaktik og Dannelse - i et demokratisk perspektiv* (Vol. 10): Danmarks Lærerbhøjskole.

Simonsen, B., & Ulriksen, L. (1998). *Universitetsstudier i krise - fag, projekter og moderne studenter*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.

Sjøberg, S. (1998). *Naturfag som allmenndannelse* (1 ed.). Oslo: Ad Notam Gyldendal.

Sjøberg, S. (2002a). Science and Technology Education - Current Challenges and Possible Solutions. In E. W. Jenkins (Ed.), *Innovations in Science and Technology Education* (Vol. VIII). Paris: UNESCO.

Sjøberg, S. (2002b). *Science for the children? Report from the Science and Scientists-project* (Vol. 1 - 2002). Oslo: Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo.

Sjøberg, S. (2002c). *Three Contributions to Science Education* (Vol. 2 - 2002). Oslo: Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo.

Sjøberg, S. (1999). *NOT-prosjektet - set utenfra. En vurdering av NOT-prosjektets innsatser fra 1993 til høsten 1998 med tanke på en ny fase - NOT*. Oslo: NOT.

Solomon, J. (2002). Changes to Science Education: Where Next? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* (Januar 2002).

Solomon, J., & Aikenhead, G. (Eds.). (1994). *STS Education. International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd. (2002). *Naturvidenskabelig forskning - En investering i Danmarks fremtid - Strategiplan 2003-2007*. København: Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd.

Strömdahl, H. (2000). *No-didaktisk forskning i Sverige - en lägesrapport och några förslag vid millennieskiftet 1999/2000*. Stockholm.

Task Force on the Physical Sciences. (2002). *Report and Recommendations*. Dublin, Irland: Task Force on the Physical Sciences.

Task Force rapport. (2002). *Bio-/Sundhed - et nyt partnerskab for vækst*. København: Task Forcen for fremtidens bioteknologi, sundhed og erhverv.

Thomsen, A. V. (2002). *Hvad ved 15-årige om gener og bioteknologi og hvad bør de vide?* Unpublished Kandidat-speciale. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Tiberghien, A., Bécu-Robinault, K., Buty, C., Fernandez, M., Fischer, H., Leach, J., Maréchal, J.-F. L., Molohides, A., Paulsen, A. C., Pol, D., Psillos, D., Salame, N., Tarsitani, C., Torracca, E., Veillard, L., Aufschnaiter, S. v., & Winther, J. (1998). *Science Teaching and Labwork Practice in Several European Countries - Description of Science Teaching at Secondary Level* (Vol. 1).

Troelsen, R. (2003). *Kemi og kompetencer - et forsøg værd? En undersøgelse af laboratorieundervisningens vilkår og muligheder i de tertiære uddannelser*. Ph.d. afhandling. Odense: Syddansk Universitet.

Uddannelsesstyrelsen. (2000). *Fysik og almendannelse - rapport fra en konference på Askov Højskole* (Vol. 17 - 2000). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2001a). *Det Virtuelle Gymnasium - Det almene gymnasium i viden- og netværkssamfundet* (Vol. 37 - 2001). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2001b). *Fag, pædagogik og IT i det almene gymnasium - status og perspektiver* (Vol. 34 - 2001). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2001c). *Modeller for fag og læring i Det Virtuelle Gymnasium* (Vol. 35 - 2001). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2001d). *Organisation og IT i Det Virtuelle Gymnasium* (Vol. 36 - 2001). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2001e). *På vej mod et nyt hf - udspil til en reform* (Vol. 31 - 2001). København: Undervisningsministeriet.

Uddannelsesstyrelsen. (2003). *De gymnasiale uddannelser - Redegørelse til Folketinget*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. *Undervisningsministeriets prognose-model. Fremskrivning af bestand, tilgang og afgang i perioden 1999-2014*. København.

Undervisningsministeriet. (1995a). Faghæfte - Fysik/kemi (Vol. 16): Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen.

Undervisningsministeriet. (1995b). Faghæfte - Geografi (Vol. 14): Undervisningsministeriet, Folkeskoleafdelingen.

Undervisningsministeriet. (1997). *Den svigtende søgning til tekniske og naturvidenskabelige fag*.

Undervisningsministeriet. (1999a). *De humanistiske og naturvidenskabelige kandidater og deres arbejdsmarked*.

Undervisningsministeriet. (1999b). *Ingeniøruddannelserne - før, nu og i fremtiden*.

Undervisningsministeriet. (2000a). *De tekniske uddannelser - uddannelse og arbejdsmarked* (Vol. 6).

Undervisningsministeriet. (2000b). *Sundhedsuddannelserne - uddannelse og arbejdsmarked* (Vol. 5).

Undervisningsministeriet. (2000c). *Uddannelsesredegørelse 2000*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2001a). *Kandidater i Matematik-, Fysik- og Kemifagene: Hvor gik de hen?*

Undervisningsministeriet. (2001b). *Naturvidenskabelige Ph.D'er*.

Undervisningsministeriet. (2002a). *Bedre uddannelser - Handlingsplan juni 2002*. København.

Undervisningsministeriet. (2002b). *Danish Initiatives within Science and Technology Education*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2002c). *Nøglekompetencer - forskerbidrag til Det Nationale Kompetenceregnskab*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2002d). *Prøver - Evaluering - Undervisning - Matematik - Fysik/Kemi 2002*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet, Ministeriet for Videnskab Teknologi og Udvikling, & Erhvervs- og Boligstyrelsen. (2002). *Bio-sundhedsarbejdskraft og -uddannelser: Udbud og efterspørgsel*. København: Undervisningsministeriet, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, Erhvervs- og Boligstyrelsen.

UNICEF. (2002). *A League Table of Educational Disadvantage in Rich Nations* (Innocenti Report Card 4). Florence: UNICEF, Innocenti Research Centre.

Utdannings- og Forskningsdepartementet. (2002). *"Realfag, naturligvis" Strategi for styrkning av realfagene 2002-2007 - tiltaksplan*. Oslo: Utdannings- og Forskningsdepartementet.

Utdannings- og Forskningsdepartementet. (2003). Startskudd for styrking av realfagene. *Pressemeddelelse af 20. januar 2003*.

Vestergaard, E. (2001). *Nordic Research Personnel - Gender and disciplin*. Aarhus: Analyseinstitut for Forskning.

Zeuner, L. (2000). *Unge mellem egne mål og fællesskab. Værdier og valg blandt elever i de studieforberedende ungdomsuddannelser*. København: Socialforskningsinstituttet.

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

I denne serie udsender Uddannelsesstyrelsen publikationer om generelle eller mere specifikke aktuelle emner. Formålet er at skabe debat og inspirere til udvikling i uddannelserne. I 2002 og 2003 er følgende udkommet eller under udgivelse i serien:

2002:

- Nr. 1: Fokus på voksenlæreren - Om kvalificering af lærere inden for den almene voksenundervisning (UVM 6-284) (Voksenuddannelser)
- Nr. 2: Multikulturel vejledning (UVM 7-348) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 3: Jeg kan noget, ved noget og jeg er noget - erfaringer med kompetenceudvikling på erhvervsskoler (UVM 7-349) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 4: Læringens sociale aspekter - nye betingelser for elevernes fællesskaber (UVM 7-350) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 5: Elevplan - et pædagogisk webværktøj til erhvervsuddannelserne (UVM 7-351) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 6: Hvordan staver studenterne? - en undersøgelse af stavefejl i studentereksamensstilene 1998 (UVM 6-286) (Almengymnasiale uddannelser)
- Nr. 7: Skriv og lær - faglig skrivning i erhvervsuddannelserne (UVM 7-352) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 8: Kombineret danskundervisning og værkstedsundervisning for flygtninge og indvandrere - evaluering af to forsøg (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 9: Projektarbejde i naturfag - i det almene gymnasium (UVM 6-285) (Almengymnasiale uddannelser)
- Nr. 10: God praksis i eud-grundforløb (UVM 7-353) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 11: Åbne læringslandskaber og sammenhængende uddannelsesforløb i AMU (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 12: Fornylse af de merkantile erhvervsuddannelser (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 13: Skolesamarbejdernes erfaringer fra eud-forsøgene (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 14: Vekseldannelse i håndværksuddannelser. Lærlinges oplæring, faglighed og identitet (UVM 7-355) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 15: Vekseldannelse i håndværksuddannelser. Forskningsprojektets teori og metode (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 16: Helhedsvurdering af eud-elever i grundforløb (UVM 7-354) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 17: ABC for fjernundervisning i AMU (UVM 0112) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 18: Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark (UVM 6-287) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 19: Integration af miljø og arbejdsmiljø i arbejdsmarkedsuddannelserne (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 20: Samarbejdet mellem elev og skole - udsatte elever i erhvervsuddannelserne (UVM 7-356) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 21: Skole-virksomhedssamspillet som indsatsområde. Erfaringsopsamling, status og det gode eksempel (UVM 7-357) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 22: Model for kvalitetsregnskab på handelsskoleområdet. Brugervejledning (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

Fortsat fra forrige side

Nr. 23: Tillæg til ... Vejledning til at være "en kompetenceudviklende daghøjskole". Den folkeoplysende dimension (UVM) (Folkeoplysning og voksenuddannelse)

Nr. 24: Eleven som didaktiker - på vej mod en ny didaktik i erhvervsuddannelserne (UVM 7-358) (Erhvervsfaglige uddannelser)

2003:

Nr. 1: Fremtidens danskfag - en diskussion af danskfaglighed og et bud på dens fremtid (UVM 6-289) (Uddannelsesområderne)

Nr. 2: Oversigt over dansksystemet - en kortlægning af danskfaget i alle uddannelsesniveauer (UVM 6-290) (Uddannelsesområderne)

Nr. 3: Rapport fra Udvalg om fornyelse af vekseldannelsesprincippet mv. for visse tekniske erhvervsuddannelser (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)

Nr. 4: Skolens rummelighed - fra idé til handling (UVM 5-429) (Grundskolen)

Nr. 5: Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden. Fremmedsprog i Danmark - hvorfor og hvordan? (UVM 6-291) (Uddannelsesområderne)

Nr. 6: Læring på jobbet - strategier og systematik, ideer og metoder (UVM 7-359) (Erhvervsfaglige uddannelser)

Nr. 7: Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi (UVM 6-292) (Uddannelsesområderne)

Nr. 8: Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi (UVM 6-293) (Uddannelsesområderne)

Publikationerne kan købes hos Undervisningsministeriets forlag eller hos boghandlere. Visse publikationer er trykt i meget begrænset oplag og kan derfor kun rekvireres i ganske særlige tilfælde mod betaling af et ekspeditionsgebyr.

På UVM's website - på adressen: <http://www.uvm.dk/katindex.htm> - findes en oversigt over hæfter i Uddannelsesstyrelsens publikationsserier udgivet i 1999, 2000, 2001 og 2002

